



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**UNIDAD REGIONAL SUR**  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, MATEMÁTICAS E INGENIERÍA

---

---

**CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS  
COMO HERRAMIENTA PARA CUMPLIR CON LA NORMA  
OFICIAL MEXICANA 002-SCFI-1993  
EN YESO INDUSTRIAL DE NAVOJOA S.A. DE C.V.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**PRESENTAN:**

**JULIO CÉSAR LEYVA SÁNCHEZ  
GAMALIEL MENDOZAALCARAZ**

**NAVOJOA, SONORA**

**MAYO DEL 2015**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**UNIDAD REGIONAL SUR**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA, MATEMÁTICAS E INGENIERÍA**

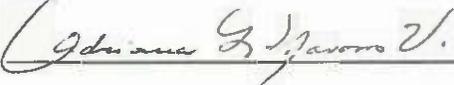
Los miembros del comité revisor, recomendamos que la presente tesis sea aceptada como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

**COMITÉ REVISOR**

**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.I. JOSÉ MARÍA NAVARRO VERDUGO**

**SECRETARIO:**

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. ADRIANA LETICIA NAVARRO VERDUGO**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. RAMON RODRIGO ARMENTA MENDIVIL**

**SUPLENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.I. VÍCTOR RAMOS SALAZAR GARCÍA**

Navojoa, Sonora, México. Mayo de 2015.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también la confianza y el apoyo de mis padres porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta etapa.

A la Universidad de Sonora Unidad Regional Sur por dejarme ser parte de su institución, porque cada uno, con sus valiosas aportaciones, me ayudó a crecer como persona y como profesionista.

Agradezco la confianza y el apoyo de mi padre Pedro Leyva Castillo y a mi madre Martina Olivia Sánchez Silva porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta jornada.

A los profesores Dra. Adriana Leticia Navarro Verdugo, M.I. José María Navarro Verdugo, Ing. Ramón Rodrigo Armenta Mendivil y al profesor M.I. Víctor Manuel Ramos García por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, agradezco a la empresa Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V. por el apoyo brindado durante el tiempo que nos prestaron sus instalaciones.

Julio César Leyva Sánchez

## DEDICATORIA

A mis padres Pedro Leyva Castillo y Martina Olivia Sánchez Silva por el cariño y apoyo que siempre me han dado, por enseñarme a conducirme de la manera más recta, por tenerlos juntos.

A la Dra. Adriana Leticia Navarro Verdugo, M.I. José María Navarro Verdugo que me asesoraron durante el desarrollo del presente trabajo, por cada una, de sus valiosas aportaciones, me ayudó a crecer como persona y como profesionista.

Julio César Leyva Sánchez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, ser maravilloso que me dió la fuerza y fe para concluir lo que me parecía difícil y en ocasiones imposible de terminar.

A mi madre Luz Icela Alcaraz Valenzuela y a mi padre Darío Mendoza Esquer que jamás dejaron de creer en mí, a mis hermanos que día con día me alentaban con palabras y además me ayudaban moral y económicamente, además de que siempre estuvieron cuando yo los necesitaban sin importar el día, hora, lugar, etc.

Además sin dejar a un lado a mi asesora de tesis Dra. Adriana Leticia Navarro Verdugo, que por sus conocimientos, orientaciones manera de trabajar, persistencia, paciencia y sobre todo por su motivación ha sido fundamental para mi formación como ingeniero.

Además al Ing. Ramón Rodrigo Armenta, que por su amplio conocimiento en el área fue de gran ayuda e importancia para dar posibles soluciones de los problemas que había en la empresa. Gracias al M.I. José María Navarro Verdugo y al M.I. Víctor Manuel Ramos Salazar por su asesoría y apoyo. También gracias a todos los maestros que pusieron su granito de arena para ser un ingeniero. Gracias a la Unidad Regional Sur de la Universidad de Sonora.

Gamaliel Mendoza Alcaraz

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi padre Sr. Darío Mendoza Esquer, a mi madre Luz Icela Alcaraz Valenzuela, a mi hermana Mirelia Mendoza Alcaraz, a mis hermanos Josué Darío Mendoza Alcaraz y Erick Mendoza Alcaraz, sin olvidar a mi sobrino Erick Mendoza Luna, que con sus apoyos y esfuerzos he logrado concluir una de varias metas que tengo en la vida, sin olvidar a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles a valorarlo cada día más, al igual que a valorar a mi familia, en especial gracias a ella.

Gamaliel Mendoza Alcaraz

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIAS .....	II
ÍNDICE .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN .....	XVI
I INTRODUCCIÓN .....	1
I.1 Antecedentes .....	1
I.2 Presentación de la Empresa Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.....	2
I.3 Proceso de Producción de Materiales Derivados de Yeso .....	4
I.4 Proposito .....	5
I.5 Objetivo general.....	6
I.6 Objetivo Especificos .....	6
I.7 Alcances .....	7
I.7.1 Limitaciones del Estudio .....	7
I.7.1.1 Generales .....	7
II PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES DERIVADOS DE YESO .....	8
II.1 Introducción .....	8
II.2 Proceso de producción de Premezclas .....	9
II.3 Ensacado .....	12
III CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS .....	15
III.1 Concepto de Control Estadístico de Procesos .....	15

III.2 Variación .....	16
III.3 Causas de variación.....	17
III.4 Proceso estable.....	17
III.5 Proceso de inspección .....	17
III.6 Muestreo .....	18
III.7 Capacidad de procesos.....	19
III.7.1 Interpretación de capacidad de procesos .....	20
III.7.2 Razonde capacidad de procesos .....	21
III.8 Gráficos de control .....	22
III.8.1 Descripción de los gráficos de control.....	23
III.8.2 Tipos de gráficos de control.....	24
III.9 Muestra .....	24
III.9.1 Toma de muestras .....	25
III.10 Cálculo de R de las muestras .....	26
III.11 Cálculo de la R promedio (limite central) .....	26
III.12 Cálculo de Limites Superior e Inferior de los rangos muestrales .....	28
III.13 Cálculo de los promedios $\bar{X}$ de las muestras (LC) .....	30
III.14 Cálculo de los promedios $\bar{X}$ .....	31
III.15 Cálculo de los limites superior e inferior de $\bar{X}$ .....	32
III.16 Interpretación de gráficas.....	33
III.17 Aplicación del control estadístico en un producto terminado basandos en la NOM-002-SCFI-1993 .....	34
III.17.1 Verificación e peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993...	35
III.18 Diagrama de Ishikawa.....	36

III.18.1 Causa .....	36
III.18.2 Procedimiento .....	37
III.18.3 Causa y Espinas .....	37
IV RESULTADOS .....	38
IV.1 Introducción .....	38
IV.2 Presentación de resultados .....	38
IV.3 Tablas de tiempos estandar de llenado de sacos de materiales para la construcción derivados de Yeso .....	103
IV.4 Diagrama de Ishikawa .....	104
IV.5 Diagrama de Ishikawa .....	105
IV.6 Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993.....	106
IV.7 Gráficas de Dispersión .....	121
IV.8 Resultados de Gráficas .....	122
IV.9 Causas de variación .....	130
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	131

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Imagen que muestra la ubicación de la empresa. Yeso Industrial de Navojoa.	3
2.1	Tolvas de recepción de materia prima.	9
2.2	Almacén de materias primas.	9
2.3	Tolva báscula de materiales.	10
2.4	Elevador de materiales.	10
2.5	Tolva colectora de polvos.	11
2.6	Mezcladoras de materiales.	11
2.7	Tolva alimentadora de ensacadoras.	12
2.8	Máquinas ensacadoras.	12
2.9	Máquinas ensacadoras.	13
2.10	Rodillos de la máquina ensacadora.	13
2.11	Área de control de peso.	14
3.1	Ejemplo de gráfico de control.	23
3.2	Ejemplo de gráfico de control de rangos.	29
3.3	Ejemplo de gráfico de control de medias.	32
4.1	Gráfico de medias material multibon boquilla 1.	40
4.2	Gráfico de rangos material multibon boquilla 1.	40
4.3	Gráfico de tolerancias material multibon boquilla 1.	40
4.4	Gráfico de medias material multibon boquilla 2.	42
4.5	Gráfico de rangos material multibon boquilla 2.	42

4.6	Gráfico de tolerancias material multibon boquilla 2.	42
4.7	Gráfico de medias material pisomax gris boquilla 1.	44
4.8	Gráfico de rangos material pisomax gris boquilla 1.	44
4.9	Gráfico de tolerancias material pisomax gris boquilla 1.	44
4.10	Gráfico de medias material pisomax gris boquilla 2.	46
4.11	Gráfico de rangos material pisomax gris boquilla 2.	46
4.12	Gráfico de tolerancias material pisomax gris boquilla 2.	46
4.13	Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 1.	48
4.14	Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 1.	48
4.15	Gráfico de tolerancias material yeso proyectable boquilla 1.	48
4.16	Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 2.	50
4.17	Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 2.	50
4.18	Gráfico de tolerancias del material yeso proyectable boquilla 2.	50
4.19	Gráfico de medias del material repello interiores boquilla 1.	52
4.20	Gráfico de rangos del material repello interiores boquilla 1.	52
4.21	Gráfico de tolerancias del material repello interiores boquilla 1.	52
4.22	Gráfico de medias del material repello interiores boquilla 2.	54
4.23	Gráfico de rangos del material repello interiores boquilla 2.	54
4.24	Gráfico de tolerancias del material repello interiores boquilla 2.	54
4.25	Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 1.	56
4.26	Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 1.	56
4.27	Gráfico de tolerancias del material mortero de pegue boquilla 1.	56

4.28	Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 2.	58
4.29	Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 2.	58
4.30	Gráfico de tolerancias del material mortero de pegue boquilla 2.	58
4.31	Gráfico de medias del material mortero proyectable fino boquilla 1.	60
4.32	Gráfico de rangos del material mortero proyectable fino boquilla 1.	60
4.33	Gráfico de tolerancias del material mortero proyectable fino boquilla 1.	60
4.34	Gráfico de medias del material mortero proyectable fino boquilla 2.	62
4.35	Gráfico de rangos del material mortero proyectable fino boquilla 2.	62
4.36	Gráfico de tolerancias del material mortero proyectable fino boquilla 2.	62
4.37	Gráfico de medias del material mortero para enjarre manual boquilla 1.	64
4.38	Gráfico de rangos del material mortero para enjarre manual boquilla 1.	64
4.39	Gráfico de tolerancias del material mortero para enjarre manual boquilla 1.	64
4.40	Gráfico de medias del material mortero para enjarre manual boquilla 2.	66

4.41	Gráfico de rangos del material mortero para enjarre manual boquilla 2.	66
4.42	Gráfico de tolerancias del material mortero para enjarre manual boquilla 2.	66
4.43	Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 1.	68
4.44	Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 1.	68
4.45	Gráfico de tolerancias del material yeso redimix boquilla 1.	68
4.46	Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 2.	70
4.47	Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 2.	70
4.48	Gráfico de tolerancias del material yeso redimix boquilla 2.	70
4.49	Gráfico de medias del material multibon boquilla 1.	72
4.50	Gráfico de rangos del material multibon boquilla 1.	72
4.51	Gráfico de medias del material multibon boquilla 2.	74
4.52	Gráfico de rangos del material multibon boquilla 2.	74
4.53	Gráfico de medias del material pisomax gris boquilla 1.	76
4.54	Gráfico de rangos del material pisomax gris boquilla 1.	76
4.55	Gráfico de medias del material pisomax gris boquilla 2.	78
4.56	Gráfico de rangos del material pisomax gris boquilla 2.	78
4.57	Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 1.	80
4.58	Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 1.	80
4.59	Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 2.	82
4.60	Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 2.	82
4.61	Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 1.	84
4.62	Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 1.	84

4.63	Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 2.	86
4.64	Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 2.	86
4.65	Gráfico de medias del material mortero proyectable boquilla 1.	88
4.66	Gráfico de rangos del material mortero proyectable boquilla 1.	88
4.67	Gráfico de medias del material mortero proyectable boquilla 2.	90
4.68	Gráfico de rangos del material mortero proyectable boquilla 2.	90
4.69	Gráfico de medias del material mortero para enjarre boquilla 1.	92
4.70	Gráfico de rangos del material mortero para enjarre boquilla 1.	92
4.71	Gráfico de medias del material mortero para enjarre boquilla 2.	94
4.72	Gráfico de rangos del material mortero para enjarre boquilla 2.	94
4.73	Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 1.	96
4.74	Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 1.	96
4.75	Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 2.	98
4.76	Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 2.	98
4.77	Gráfico de medias del material repello interior boquilla 1.	100
4.78	Gráfico de rangos del material repello interior boquilla 1.	100
4.79	Gráfico de medias del material repello interior boquilla 2.	102
4.80	Gráfico de rangos del material repello interior boquilla 2.	102

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	página
1	Índices de capacidad de procesos.	20
2	Ejemplo de tabla de registro de datos.	25
3	Ejemplo del cálculo de rango.	26
4	Ejemplo de tabla de cálculo de rango.	27
5	Resultado del cálculo del rango medio.	27
6	Factores para calcular acotamientos tres sigmas para la gráfica x y la gráfica R.	28
7	Ejemplo del cálculo de los promedios.	30
8	Ejemplo del cálculo de los promedios de los promedios.	31
9	Registro de datos del material multibon boquilla 1.	39
10	Registro de datos del material multibon boquilla 2.	41
11	Registro de datos del material pisomax gris boquilla 1.	43
12	Registro de datos del material pisomax gris boquilla 2.	45
13	Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 1.	47
14	Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 2.	49
15	Registro de datos del material repello interiores boquilla 1.	51
16	Registro de datos del material repello interiores boquilla 2.	53
17	Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 1.	55

18	Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 2.	57
19	Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 1.	59
20	Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 2.	61
21	Registro de datos del material mortero para enjarre manual boquilla 1.	63
22	Registro de datos del material mortero para enjarre manual boquilla 2.	65
23	Registro de datos del material yeso redimix boquilla 1.	67
24	Registro de datos del material yeso redimix boquilla 2.	69
25	Registro de datos del material multibon boquilla1.	71
26	Registro de datos del material multibon boquilla 2.	73
27	Registro de datos del material pisomax gris boquilla 1.	75
28	Registro de datos del material pisomax gris boquilla 2.	77
29	Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 1.	79
30	Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 2.	81
31	Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 1.	83
32	Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 2.	85

33	Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 1.	87
34	Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 2.	89
35	Registro de datos del material mortero de para enjarre manual grueso boquilla 1.	91
36	Registro de datos del material mortero de para enjarre manual grueso boquilla 2.	93
37	Registro de datos del material yeso redimix boquilla 1.	95
38	Registro de datos del material yeso redimix boquilla 2.	97
39	Registro de datos del material repello interior boquilla 1.	99
40	Registro de datos del material repello interior boquilla 2.	101
41	Tiempos estándar de llenado de sacos.	103

## RESUMEN

El presente trabajo se deriva de la realización del proyecto de tesis en Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V. Específicamente en producción, dentro del área de Premezclas, donde se nos encomendó verificar si el proceso de ensacado está cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana 002-SCFI-1993 mediante técnicas de Control de Calidad y aplicación de Control Estadístico de Procesos (CEP), principal tema a tratar en el presente trabajo; así como, propuestas de mejoras para implementar y dar solución a los problemas detectados, mismos que son presentados mediante la interpretación de las gráficas.

En la planta de Premezclas se fabrican 42 productos diferentes derivados de yeso, también se usan otros insumos para fabricar en la planta como: cal, cemento y arena. Las mezclas de estos varían dependiendo de la fórmula de cada producto, como por ejemplo, para una corrida de 100 toneladas se utiliza 80 toneladas de yeso crudo, 10 toneladas de arena, 10 de cemento.

Los productos que se fabrican constantemente son: mortero de pegue, mortero para enjarre, mortero proyectable fino y grueso, multibon, pisomax, repello interiores, yeso proyectable, yeso redimix, vitromax y mortero nivelante entre otros a menor escala; a los primeros se les determinaron las capacidades del proceso, la implementación del control estadístico de procesos y se determinó el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana 002-SCFI-1993.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes:

Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V. es una empresa vanguardista y comprometida, desde 1982 ha ofrecido soluciones rentables a la industria gracias a sus productos y sistemas la experiencia les permite explorar y procesar yeso y sus derivados de sus propios depósitos ofreciendo un producto de la más alta calidad.

En el año de 1982 puso en funcionamiento su planta de producción por vía seca con una capacidad instalada de 1.300 toneladas métricas de yeso, siendo en la actualidad su capacidad efectiva de 1.000 toneladas por día, disponiendo de tecnología, dentro de la cual consideraba un sistema de molienda de yeso con una capacidad de 55 ton/hora.

A partir del año 2005 se abrió la nueva área de Premezclas, la compañía ha venido experimentando cambios tecnológicos al interior del proceso de producción, en base a las necesidades cada vez más exigentes del mercado de yeso.

En el área de ensacado, se han instalado, dos ensacadoras con una capacidad de enfundar 720 sacos de 20, 25, 40 y 50 kg por hora cada una, además del control del peso por boquilla, lo que permite dar cumplimiento al requisito contemplado en la Norma Oficial Mexicana 002-SCFI -1993, correspondiente en cuanto a la variable peso de sacos, lo cual es verificado convenientemente a través de dos básculas electrónicas ubicadas en la salida de las banda de la ensacadora.

Con el objeto de dar cumplimiento a las exigencias de la Secretaría de Comercio y Fomento industrial, se han instalado básculas electrónicas con la finalidad de verificar el peso de cada saco.

El producto que elabora y expende la Compañía Yeso Industrial de Navojoa se supone con base en la NOM-002-SCFI-1993 para materiales de la construcción.

Es así que en el año 2015, se cambió la línea de molienda de yeso fraguado lento por una de línea 1 y 2, que contempló el cambio interior del molino de yeso y la instalación de un separador de aire de alta eficiencia.

## **1.2 Presentación de la Empresa Yeso Industrial de Navojoa**

### **Información General**

Como respuesta a la imperiosa necesidad de contar con una fuente importante de desarrollo y de trabajo para la zona sur del estado de Sonora, nace "Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V."

Esta empresa que cuenta con 40 empleados, fabrica productos de yeso y materiales de construcción y se encuentra ubicada en la carretera México Nogales Km 1778, Colonia Parque Industrial, C.P. 85800, Navojoa, Sonora, a una distancia de 8.5 km de Navojoa, Sonora, México.

### **Características Generales "Empresa Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V."**

#### **MISIÓN**

"Contribuir al desarrollo económico y social de la región, mediante la producción y suministro de yeso, Premezclas y productos relacionados de alta calidad".

#### **VISIÓN**

"Ser la empresa líder en el noroeste de México en la fabricación y suministro de yeso, Premezclas y sus sistemas, privilegiando las fabricadas base yeso, así como, mantener el liderazgo nacional del resto de las líneas y continuar con la investigación y desarrollo de nuevos productos".

## Política de Calidad

“En Yeso Industrial, nuestro compromiso es fabricar y distribuir paneles de Yeso y Premezclas, cumpliendo con las normas de calidad y con la mejora continua de nuestro Sistema de Gestión de Calidad de respuesta a los requerimientos del cliente, con un equipo de trabajo capacitado, ágil y flexible.”

## Ubicación de la Empresa Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.

La Industria “Yeso industrial de Navojoa S.A. de C.V.” se encuentra ubicada en el Km. 8.5 en la vía Navojoa los Mochis.

## Foto Satelital de la Ubicación de “Yeso industrial de Navojoa S.A. de C.V.”



Fig.1 Imagen que muestra la ubicación de la empresa Yeso Industrial de Navojoa.

Fuente: google maps.

### **1.3 Proceso de Producción de materiales derivados de Yeso**

La provisión de materia prima se realiza de los depósitos de yeso dentro de la misma empresa con alto contenido de sulfato de calcio.

El proceso industrial se inicia con la recolección de materia prima procedente de tolvas expendedoras de yeso y mesas de materia prima o recepción.

La producción de sus diferentes productos varía dependiendo de las mezclas de materiales por ejemplo: yeso 70%, arena 10%, cemento 20% entre otros. La materia prima entra en la tolva mezcladora dependiendo de la cantidad a producir. El objetivo de la tolva de mezclado, es el de dosificar y preparar la materia prima de acuerdo a los requerimientos físico-químicos para la elaboración del material terminado.

Se realiza la unión de materiales hasta el homogenizado correcto, el producto resultado de la mezcla es transportado hasta la tolva alimentadora de ensacadoras y a su vez hacia las ensacadoras 1 y 2 donde termina el proceso.

El área de producción tiene un funcionamiento de 8 horas diarias durante 6 días a la semana.

El área está equipada con dos ensacadoras completas de enfundado de materiales derivados de yeso, con ensacadoras neumáticas con una boca cada una y una capacidad de enfundar 720 sacos/hora cada máquina. Paralelamente para el despacho a granel se dispone de banda transportadora de sacos.

El despacho está controlado con la salida del montacargas por una moderna báscula electrónica de 80 toneladas de capacidad.

#### **1.4 Propósito**

El crecimiento de la demanda en los mercados regional y nacional ha ocasionado la constante revisión de las Normas oficiales mexicanas, cada vez más exigentes, obliga a que el proceso de producción sea revisado y ejecutado con mayor eficiencia y exactitud para estar dentro de lo establecido por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

La necesidad cada vez mayor de estar dentro de los lineamientos de la NOM-002-SCFI-1993 hizo posible que la compañía entre en un proceso de implementación de control estadístico de procesos para lo cual igualmente la administración y los trabajadores han demostrado el compromiso con los objetivos y metas planteadas.

Esto permitirá sin duda alguna lograr que los procesos se centren en el cumplimiento tanto de especificaciones internas, así como las contempladas en la Norma NOM-002-SCFI-1993.

Los procesos debidamente consolidados, ordenados y orientados a crear ventaja competitiva, demandan entre otras cosas de la aplicación control estadístico de procesos. La aplicación de estos procedimientos y técnicas de control estadístico en esencia ayudan a cualesquier organización a detectar en sus procesos la presencia de causas especiales de variación, reducir costos, mejorar calidad, cumplir especificaciones y proveer de un lenguaje común para la discusión y el mejoramiento.

Parte del carácter de esta investigación es con base en los conocimientos teóricos prácticos recabados a lo largo de estos últimos años de estudio y así como, de los disponibles en las bibliografías técnicas para lograr materializar procedimientos que beneficien la consecución de los objetivos empresariales.

Se pretende hacer uso de la experiencia que se dispone a través de la observación y análisis de resultados diarios del proceso de producción de ensacado para la consideración del número y las variables que intervienen en dicho proceso, y de hecho la interacción entre ellas.

Con la utilización de herramientas como las del Control Estadístico de Procesos, se realizará una investigación que se ocupe de disponer adecuadamente la identificación de variables, su medición y control, la recolección de datos en función de cuál será su análisis posterior y en general de todo aquello que conduzca a la comprobación de las hipótesis que originan el estudio. Toda esa planificación previa conformará el diseño de nuestro proyecto.

### **1.5 Objetivo general**

Aplicar el Control Estadístico de Procesos en las área de ensacado de materiales derivados de yeso en la Industria Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V. para verificar el cumplimiento de tolerancias de ensacado referente a la Norma Oficial mexicana 002-SCFI -1993.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Verificar si el proceso de ensacado cumple con las tolerancias de ensacado de la NOM-002-SCFI-1993.
- Implementar control estadístico de procesos y técnicas de calidad en ensacado de materiales derivados de yeso.
- Identificar y analizar las causas de variabilidad en los proceso de ensacado de materiales derivados de yeso, en Industria Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V.
- Analizar si el proceso de producción en sus diferentes etapas es capaz de cumplir con especificaciones de calidad.
- Desarrollar propuestas para mejorar el proceso.
- Proponer mejoras para incrementar la capacidad de los procesos de producción mediante el análisis y aplicación de los resultados de los gráficos de control estadístico.

## **I.7 Alcances**

El siguiente proyecto se ha realizado en Yeso Industrial de Navojoa S.A. de C.V. en la planta de Premezclas para la implementación del control estadístico de procesos como herramienta de verificación para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas. Las ventajas son: disponibilidad de la empresa, suficiente tiempo para realizar el estudio, así como el personal cuenta con la disponibilidad suficiente para la implementación del CEP. La planta está en condiciones para la implementación de dicho proyecto de control estadístico de procesos para cumplir las normas oficiales mexicanas.

### **I.7.1 Limitaciones del estudio**

En el desarrollo del presente trabajo se presentaron las siguientes limitaciones:

- Falta de instrumentos de medición (cronómetro) para tomar tiempos, lo que retrasa el avance rápido de la investigación.
- Disponibilidad de los empleados, que afecta a la investigación en cuanto a toma de pesos y desarrollo del proyecto.

#### **I.7.1.1 Generales**

En el desarrollo del presente trabajo se detectaron las siguientes limitaciones generales:

- No hay un programa de la producción para conocimiento de empleados.
- El área de ensacada no cuenta con el espacio adecuado de trabajo.
- El espacio para tomar pesos de los sacos es peligroso debido que la banda lavanda transportadora siempre está en movimiento.

## CAPITULO II

### PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES DERIVADOS DE YESO

#### 2.1 Introducción

#### Etapas del proceso de producción de materiales derivados de yeso

La maquinaria que Yeso Industrial utiliza para la elaboración de Premezclas es del tipo vía seca con una capacidad de 100 toneladas. El proceso tiene lugar a través de siete etapas de producción las mismas que se detallarán a continuación.

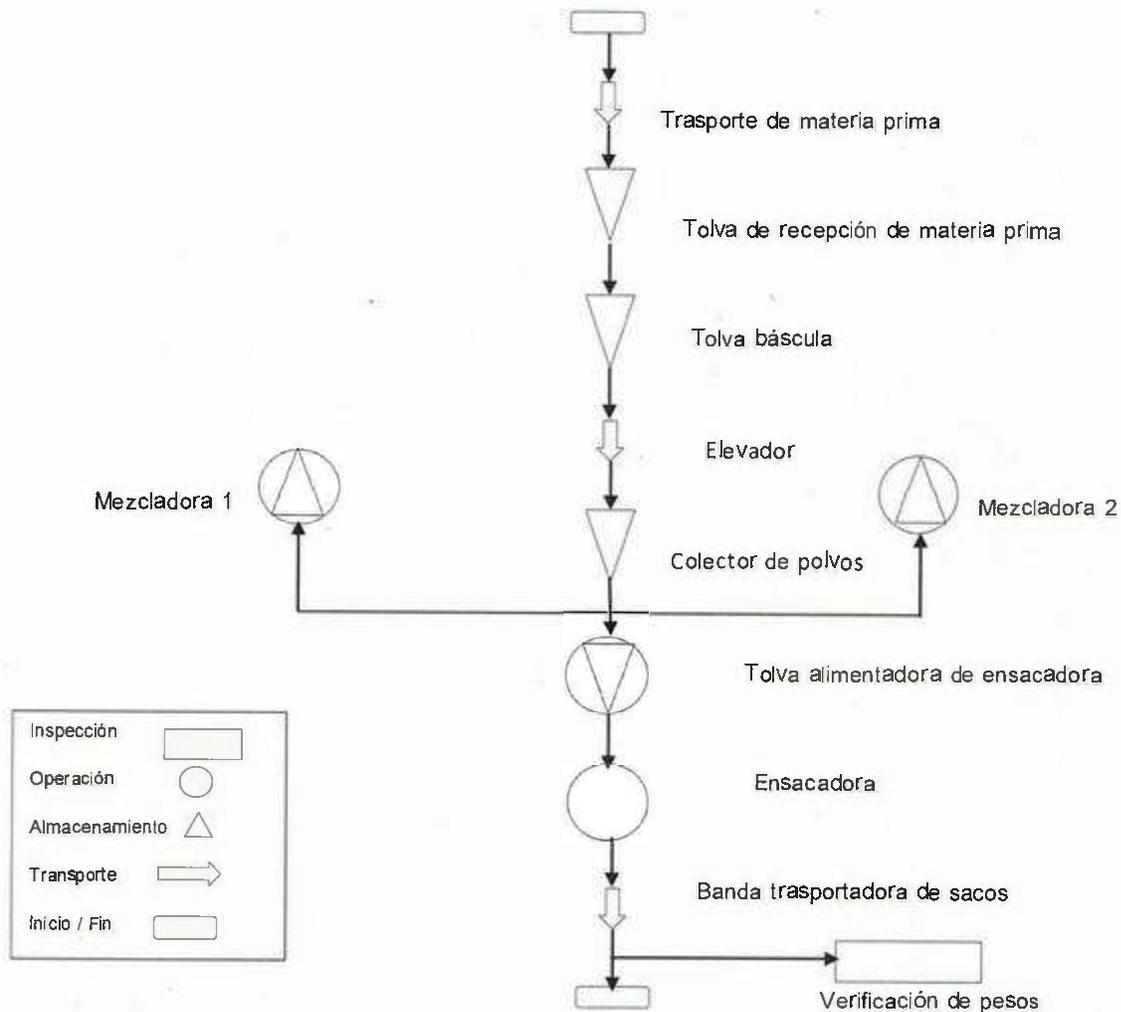


Diagrama que describe el proceso de producción de materiales derivados de Yeso.

## 2.2 Proceso de producción de Premezclas.

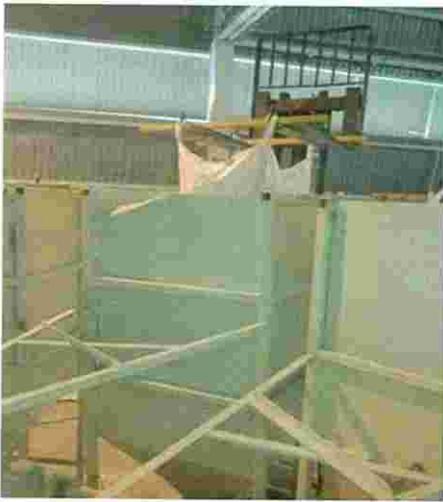


Fig.2.1 Tolvas de recepción de materia prima.



Fig. 2.2 Almacén de materias primas.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.

Esta etapa del proceso se transporta la materia prima del almacén (Fig.2.2), hacia las tolvas de recepción, (Fig.2.1), la función de estas tolvas es dosificar el material a la tolva báscula donde se controla el peso de cada material.

El objetivo de esta etapa es llenar las siete tolvas receptoras según la fórmula del producto a producir, aquí es donde los materiales todavía continúan separados en cada tolva individual (Fig.2.1).

El accionamiento de estas tolvas inicia mediante motores eléctricos de 1.500 HP estos motores accionan los gusanos para arrojar el material hacia la tolva báscula (Fig.2.3). Para controlar el peso a producir.



Fig.2.3 Tolva Báscula de materiales.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.

Una vez el material está depositado en la tolva báscula este es transportado por el elevador (Fig.2.4.) El objetivo de esta etapa es el de dosificar la materia prima a la tolva receptora de polvos de acuerdo a los requerimientos físico-químicos para la elaboración del producto. Se realiza la recepción de materiales con la finalidad de preparar el contenido crudo.



Fig 2.4 Elevador de materiales.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.

El material proveniente de la tolva colectora entra directamente a las mezcladoras 1 y 2 (Fig.2.5.) El material crudo es calentado en dos mezcladoras de homogenización (Fig.2.6), que tiene una capacidad de 700 kg cada una. La función de las mezcladoras es realizar la mezcla de materiales crudos para mejorar la homogeneidad del material.



Fig.2.5 Tolva colectora de polvos.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.



Fig.2.6 Mezcladoras de materiales.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V

La dosificación de la tolva alimentadora de ensacadoras (Fig.2.7) es controlada a través de la válvula neumática para controlar la dosificación o batch, el material cae con la fuerza de la gravedad hacia la tolva.



Fig.2.7 Tolva alimentadora de ensacadoras.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V

### 2.3 Ensacado

El proceso de ensacado inicia cuando la tolva está completamente llena, esta área está equipada con dos ensacadoras completas de enfundado del material con una boca cada una y una capacidad de enfundar 720 sacos/hora cada máquina (Fig.2.8). Posteriormente el producto es despachado por una banda transportadora de producto terminado para verificar el peso conforme lo establecido en la NOM-002-SCFI-1993 mediante una ayuda visual disponible en el área.



Fig.2.8 Máquinas ensacadoras.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V

El peso es programado en cada ensacadora con respecto a la capacidad de la bolsa, para su llenado (Fig.2.9). Después de ser llenado el saco cae por la fuerza de su propio peso hacia la banda transportadora (Fig.2.10).



Fig.2.9 Máquinas ensacadora.

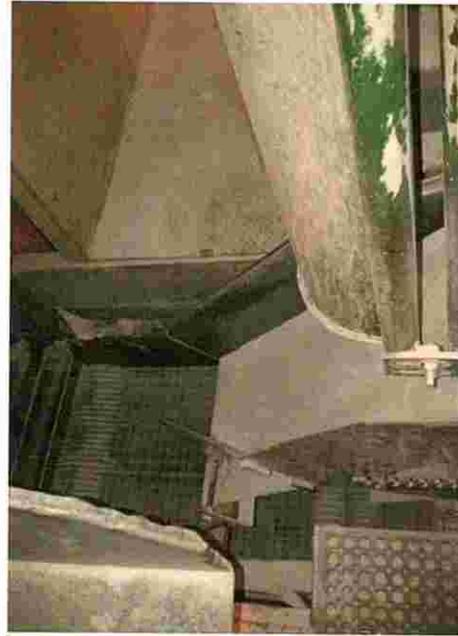


Fig.2.10 Rodillos de la máquina ensacadora.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V.

El respectivo control en el despacho (Fig.2.11) relacionado con la variable de (peso máximo (20+1.2%) + peso bolsa) y (peso mínimo (-1.2%) + peso de la bolsa) esté controlado mientras es transportado en la banda y a la salida del vehículo de transporte por una moderna báscula electrónica de 80 toneladas de capacidad.



Fig.2.11 Área de control de peso.

Fuente: Área de Premezclas Yeso Industrial de Navojoa S.A de C.V

## CAPITULO III

### CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

#### 3.1 Concepto de control estadístico de procesos

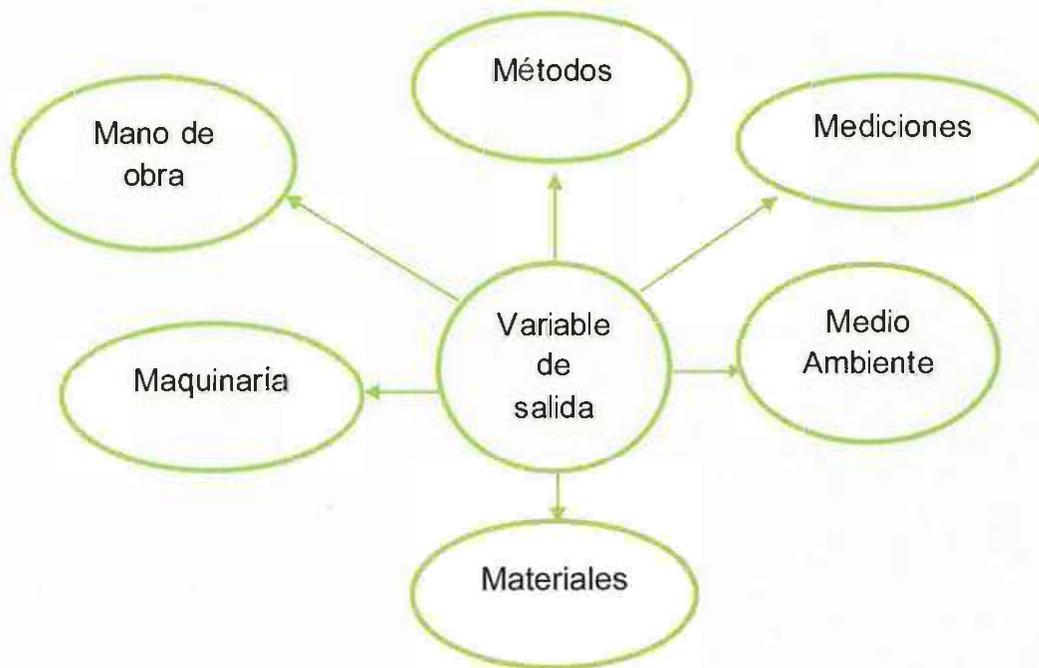
El control estadístico de procesos (SPC; por sus siglas en inglés statistical process control) es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño de un producto o servicio correspondiente. Las herramientas conocidas como gráficos de control se usan en el SPC para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos; o bien para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño, a menos que se tomen medidas para corregir esa situación. El control también suele utilizarse con el propósito de informar a la gerencia sobre los cambios introducidos en los procesos que hayan repercutido favorablemente a la producción resultante de dichos procesos. Algunos ejemplos de cambios de procesos que se detectan por medio de SPC son los siguientes:

- Aumento repentino en la producción de cajas de velocidades defectuosas.
- Disminución del número promedio de quejas de huéspedes recibidas en un hotel cada día.
- Una medición sistemáticamente baja en el diámetro de un cigüeñal.

Otro enfoque de la administración de localidad, el muestreo de aceptación, es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si una cantidad de material determinada o un producto que ya ha sido fabricado debe aceptarse o rechazarse, a partir de la inspección o prueba de una muestra. Además, pueden usarse graficas estadísticas y diagramas con el objeto de juzgar la calidad de productos o servicios. Exploraremos las técnicas de control estadístico de procesos para comprender mejor el papel que desempeñan en la toma de decisiones, con el propósito de observar si el proceso está dentro de su variabilidad aleatoria o ha salido de control produciendo fallas que sean asignables a un problema determinado, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.2 Variación

La variación es la parte de nuestra vida diaria: el tiempo que tardamos de nuestra casa a nuestro trabajo o escuela es diferente de un día a otros; la temperatura del ambiente es diferente de una hora a otra; lo dulce de una bebida prepara en casa es diferente de un día a otro aunque aparentemente se prepara igual, etc. Esta variación que ocurre en nuestras vidas, también ocurre en los resultados de los procesos ya que son generados por la interacción de materiales, máquinas, mano o mente de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos. Estos seis elementos, las 6 M, determinan de manera global todo proceso, y cada una parte de variabilidad (y de la calidad) de los resultados de un proceso como se muestra en la figura. Por lo que si hay algún cambio significativo en el desempeño del proceso, la razón de tal modificación se encuentra en una o más de las 6 M, (Gutiérrez Pulido H., 2014).



La variabilidad de un proceso, cada M aporta una parte no necesariamente igual. De la variación total observada.

### 3.3 Causas de variación

Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

**Causas Comunes.** Son causas de variación puramente aleatorias, no identificables e imposibles de evitar mientras se utilice el procedimiento actual, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

**Causas Asignables.** Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Es cualquier factor causante de variación que logra ser identificado y eliminado, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.4 Proceso Estable

Se dice que un proceso está bajo control estadístico cuando la localización, expansión o forma de su distribución no cambia con el tiempo. Una vez que el proceso está bajo control estadístico, los gerentes usan procedimientos SPC para detectar el momento en que surgen causas asignables, de esto que estas se eliminen, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.5 Proceso de Inspección

Las compañías usan incorrectamente la inspección de calidad, pues intentan a menudo sin éxito sacar las unidades defectuosas antes de que lleguen al consumidor. Este enfoque está condenado al fracaso a causa de los costos internos y externos de las fallas. En cambio, las compañías de categoría mundial combinan la inspección precoz con SPC para vigilar la calidad y estar en condiciones de detectar y corregir la presencia de anomalías.

Entre las decisiones más importantes en la aplicación de un programa de este tipo figuran las referentes a cómo medir las características de la calidad, que tamaño de muestras recolectar y en que etapas del proceso será conveniente realizar inspecciones, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.6 Muestreo

Es el método más completo para una inspección consiste en revisar la calidad de todos los productos o servicios en cada una de las etapas. Este procedimiento llamado inspección completa, se usa cuando los costos de pasar los defectos a la siguiente estación de trabajo o al cliente son mayores que los costos de la inspección. La inspección completa garantiza virtualmente que las unidades defectuosas no pasan a la siguiente operación o al cliente, lo cual es una política congruente con el TQM. Sin todos los defectos. La fatiga del inspector o las imperfecciones en los métodos de prueba provocan que algunos defectos pasen inadvertidos.

Un plan de muestreo proporciona más o menos el mismo grado de protección que obtenemos con una inspección completa. El plan de muestreo especifica el tamaño de la muestra cantidad determinada de observaciones de los productos del proceso seleccionadas al azar en intervalo de tiempo transcurrido entre dos muestras sucesivas, y las reglas de decisión, determinar cuándo es necesario entrar en acción.

El propósito de un muestreo es calcular una variable o medida de atributos para cierta característica de la muestra. Esa medida se usará, para después evaluar el rendimiento del proceso mismo (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.7 Capacidad de un proceso

La capacidad de proceso se refiere a la capacidad de un proceso para cumplir debidamente las especificaciones de diseño de un producto o servicio dado. Las especificaciones de diseño se expresaran a menudo como un valor nominal u objetivo y como una tolerancia o margen aceptable por encima o por debajo del valor nominal.

El índice de capacidad potencial del proceso,  $C_p$  se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Donde  $\sigma$  representa la desviación estándar del proceso, y ES Y EI son especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. Como se puede observar, el índice  $C_p$  compara el ancho de las especificaciones o variación tolerada para cada una variable de salida del proceso con la amplitud de la variación real del proceso, (Gutiérrez Pulido H., 2014).

$$C_p = \frac{\text{Variación Tolerada}}{\text{Variación Real}}$$

### 3.7.1 Interpretación de CP

Para que el proceso pueda considerarse potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí lo deseable es que el índice CP sea mayor que 1, y si el valor del índice CP es menor que 1 es una evidencia de que no cumple con las especificaciones. Para mayor precisión en la interpretación en la tabla se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice CP, suponiendo que el proceso está centrado. Como se observa en la Tabla 1, el índice CP que debe de ser mayor que 1.33, si se quiere tener un proceso bueno, pero debe ser mayor o igual que 2 si se quiere tener un proceso de clase mundial (calidad seis sigma), (Gutiérrez Pulido H., 2014).

CP	Clase Mundial	Decisión
$1.33 < CP < 2.22$	1	Más que adecuado, incluso puede exigirse más en términos de su capacidad. Posee capacidad de diseño.
$1 < CP < 1.33$	2	Adecuado para lo que fue diseñado. Requiere control estrecho si se acerca al valor de 1.
$0.67 < CP < 1$	3	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial. Requiere monitoreo constante.
$CP < 0.67$	4	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial.

Tabla 1. Índices de capacidad de procesos.

### 3.7.2 Razón de capacidad del proceso

Un proceso es capaz si tiene una distribución cuyos valores extremos se localizan dentro de las especificaciones superior e inferior para un producto o servicio. En términos generales, la mayoría los valores de una distribución del proceso se encuentran dentro de más o menos tres desviaciones estándar de la media en otras palabras, el rango de valores de la medición de calidad generados por el proceso es seis desviaciones estándar aproximadamente. Por lo tanto, si un proceso es capaz, la diferencia entre la especificación superior e inferior, conocida como amplitud de tolerancia, debe ser mayor que seis desviaciones estándar (variabilidad del proceso). La razón del proceso  $C_{pk}$  se define como:

$$C_{pk} = \text{mínimo de } \left[ \frac{\bar{X} - \text{Especificación inferior}}{3\sigma}; \frac{\text{Especificación superior}}{3\sigma} \right]$$

Se eligió el valor mínimo por dos razones porque representa la situación que ocurriría en el peor caso posible. Si  $C_{pk}$  es mayor que un valor crítico mayor 1.0 (digamos 1.33) y la razón de capacidad de proceso es mayor que su valor crítico, podemos afirmar por fin que el proceso es capaz. Si  $C_{pk}$  es menor 1.0, entonces el promedio del proceso se encontrara cerca de alguno de los límites de tolerancia y se estará una producción con muchos defectos.

El índice de capacidad será siempre menor o igual que la razón de capacidad, cuando  $C_{pk}$  es igual a la razón de capacidad de proceso, este último está centrado entre las especificaciones superior e inferior, por lo cual la media de la distribución del proceso está centrada en el valor nominal de las especificaciones de diseño, (Carro Paz R. y González Gómez D., 1978).

### 3.8 Gráficos de control

Se puede definir a la gráfica de control como un método gráfico para evaluar si un proceso está como en un estado de control estadístico.

En sus formas más usuales la gráfica de control es una comparación gráfica cronológica (hora a hora, día a día) de las características de calidad reales del producto, parte u otra unidad, con límites que reflejan la capacidad del producto de acuerdo con la experiencia de las características de calidad de la unidad.

El proceso de los gráficos de control es el elemento que pone manifiesto de acuerdo a los hechos, el concepto del obrero de separar las variaciones de los elementos en "normales y anormales". Establece la comparación de la variación de las piezas en su fabricación real, con los límites de control que se hayan establecido para esas piezas.

Un proceso puede experimentar tipos más serios de variabilidad en mediciones clave de comportamiento. Estas fuentes de variabilidad pueden surgir de uno de varios tipos de causas asignables no aleatorias, como errores del operador o indicadores mal ajustados en una máquina. Un proceso que opera en este estado se denomina fuera de control. Se dice que un proceso que experimenta solo variaciones aleatorias está en control estadístico. Por supuesto, un proceso de producción exitoso puede operar en un estado de control durante un periodo grande. Se supone que durante este periodo el proceso elabora un producto aceptable, sin embargo, puede haber un "corrimiento" gradual o súbito que requiere detección, (Gutiérrez Pulido H., 2014).

### 3.8.1 Descripción de gráficos de control

Por lo general, la gráfica de control toma la forma que se indica en la figura. Es importante que el corrimiento se detecte de forma rápida de modo que se pueda corregir el problema. Obviamente, si la detección es lenta se producen muchos artículos defectuosos o fuera de las especificaciones, lo que tiene como resultado un considerable desperdicio y un costo aumentado.

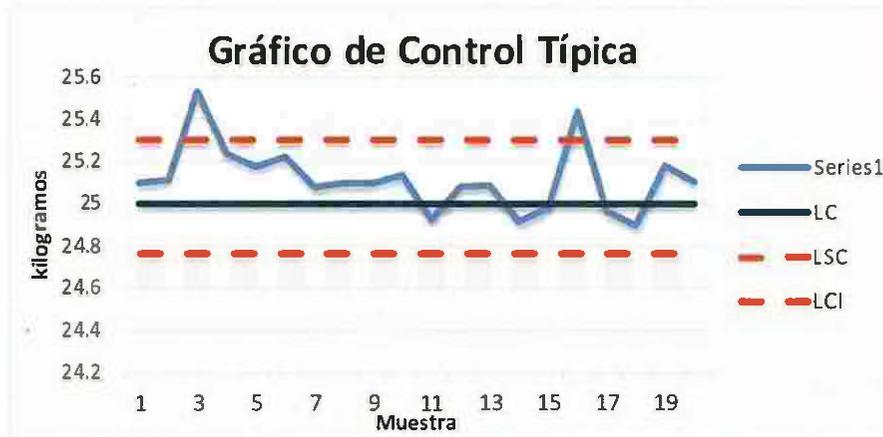


Fig.3.1 Ejemplo de Gráfico de control.

Se deben considerar algunos tipos de características de calidad y las unidades del proceso se deben muestrear conforme pasa el tiempo. Los límites de control superior e inferior se eligen de modo que se esperaría que todos los puntos muestrales queden cubiertos por estos límites si el proceso está controlado. Como resultado, la forma general de los puntos graficados respecto al tiempo determina si se concluye que el proceso está dentro de control. La evidencia para estar dentro de control la produce un patrón aleatorio de puntos, con todos los valores graficados dentro de los límites de control, esto se toma como evidencia de un proceso que esta fuera de control, y se sugiere una búsqueda de la causa, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

### 3.8.2 Tipos de gráficos de control

De acuerdo con las dos clases de datos que se dispone en la industria existen dos modelos fundamentales para las gráficas de control:

- 1- Gráficos para mediciones o por variables siendo la más generalizada la gráfica de  $\bar{X}$ , R, S, las que tienen su empleo en el caso de que se efectúen mediciones.
- 2- Gráficos para datos que provienen de calibraciones o por "atributos" empleándose las gráficas de frecuencia defectos o de porcentaje defectuoso (conocidas como gráficas p), (Vallin Feigenbaum A., 2004).

### 3.9 Muestra

Se define como muestra como una porción que se toma para evidenciar la calidad del conjunto. Se deduce que las muestras y los métodos seguidos para el muestreo son la piedra angular de la industria empleada en el control estadístico, (Vallin Feigenbaum A., 2004).

### 3.9.1 Toma de muestras

Periódicamente se toma una pequeña muestra (por ejemplo, de cinco unidades) del proceso, y se calculará el promedio ( $X$ ) y el rango ( $R$ ) de cada una. Debe recolectarse un total de al menos 50 medias individuales (esto es, diez muestras de cinco cada una) antes de calcular los límites de control.

Tenemos aquí un sencillo ejemplo, en el área de Ensacado se toman datos de despacho de mortero en el que durante una corrida se han anotado 20 observaciones en cada uno de ellos, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

Nº	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015
1	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94
2	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93
3	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53
4	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33
5	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84
6	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94
7	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93
8	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53
9	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33
10	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84
11	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94
12	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93
13	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53
14	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33
15	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84
16	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94
17	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93
18	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53
19	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33
20	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84

Tabla 2. Ejemplo de tabla de registro de datos.

### 3.10 Cálculo del rango R de las muestras

Para el cálculo del rango R deberán calcularse los rangos promedios de las muestras. El rango es la diferencia del valor mayor de la muestra menos el valor menor de la muestra, esto es, de manera muy abstracta,  $R = M - m$ , donde M es el mayor y m es el menor.

Aplicando este conocimiento a nuestro ejemplo, se calculan los valores de los rangos muestrales de la siguiente forma:

Datos registrados en el día 26-02-2015 ensacado de mortero en (kg).						
N°	1	2	3	4	5	Ri
1	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	1.06
2	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	0.5
3	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	0.77
4	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	0.97

M=25.22 y m= 24.16 entonces 25.22-24.16= 1.06.  
M=25.43 y m= 24.93 entonces 25.43-24.93= 0.5.  
M=25.61 y m= 24.84 entonces 25.61-24.84= 0.77.  
M=25.3 y m= 24.33 entonces 25.3-24.83= 0.97.

Tabla 3. Ejemplo del cálculo de rango.

Y así sucesivamente con todos los datos de la tabla, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

### 3.11 Cálculo de la R promedio (Línea Central)

Enseguida, se calculará el valor de R, que es el promedio de los rangos muestrales. Esto se obtiene sumando las Ri obtenidas en todas las muestras y dividiéndolo entre el número de observaciones realizadas.

En el ejemplo se tiene que  $n = 20$  porque en un día se hizo 1 muestra; la suma de los rangos deberá dividirse, entonces, entre 20, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

Hasta ahora, la tabla debe estar como sigue:

Nº	Día-26-02-2015	Día-26-02-2015	Día-26-02-2015	Día-26-02-2015	Día-26-02-2015	Ri
1	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	1.18
2	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	0.19
3	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	1.66
4	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	1.05
5	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	1.51
6	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	1.24
7	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	1.16
8	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	0.78
9	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	0.78
10	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	1.06
11	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	0.98
12	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	0.8
13	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	0.78
14	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	1.25
15	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	0.89
16	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	0.68
17	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	1.5
18	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	0.59
19	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	1.46
20	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	1.15

Tabla 4. Ejemplo de tabla de cálculo de rango.

<b>Suma total</b>	<b>20.69</b>
<b>Ri</b>	
<b>n</b>	<b>20</b>
<b>Rmedio</b>	<b>1.035</b>

Tabla 5. Resultados del cálculo del rango medio.

El valor de  $R = 1.035$  que es valor del Límite Central para la Gráfica R, y es la línea central de nuestras observaciones individuales.

### 3.12 Cálculo de Límites Superior e Inferior de los Rangos Muestrales

Como ya se ha explicado, los límites superior e inferior nos ayudan a deducir si nuestro gráfico se encuentra dentro o fuera de control. Por esto es necesario ubicar su lugar en el histograma con ayuda de las siguientes fórmulas abreviadas:

$$\text{Límite de Control Superior} = LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Límite de Control Inferior} = LIC_R = D_3 \bar{R}$$

Donde  $D_3$  y  $D_4$  son constantes aplicadas en nuestro ejemplo, y que se encuentran en la siguiente tabla:

Tamaño de muestras	GRÁFICO DE MEDIAS	GRÁFICO DE RANGOS		Factor para la Estimación de $d_2 = R/s$
	FACTORA2	FACTORD3	FACTOR D4	
2	1,880	0	3,268	1,128
3	1,023	0	2,574	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,114	2,326
6	0,483	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,97
10	0,308	0,223	1,777	3,078
11	0,285	0,256	1,744	3,173
12	0,266	0,284	1,717	3,258
13	0,249	0,308	1,692	3,336
14	0,235	0,329	1,671	3,407
15	0,223	0,348	1,652	3,472

Tabla 6. Factores para calcular acotamientos tres sigma para la gráfica x y la gráfica R.

Fuente: 1950 ATSM Manual on Quality Control of Materials. American Society for Testing Materials.

La selección de las constantes D dependerán del número de observaciones en nuestra muestra; como nuestro ejemplo consta de 5 observaciones,  $D_3=0$  y  $D_4=2.114$ .

Así, se sustituye el valor seleccionado en la fórmula y se obtiene que

$$\text{Límite de control superior} = D_4\bar{R}$$

$$\text{Límite de control superior} = (2,114) (1.035) = 2.187$$

$$\text{Límite de Control Inferior} = D_3\bar{R}$$

$$\text{Límite de control superior} = (0) (0,1.035) = 0$$

De esta forma obtenemos el gráfico de R con los valores de: Datos ( $R_i$ ),  $\bar{R}$  (límite Central), LCS (Límite de control superior) y LCI (Límite de control inferior), (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar., 2004).

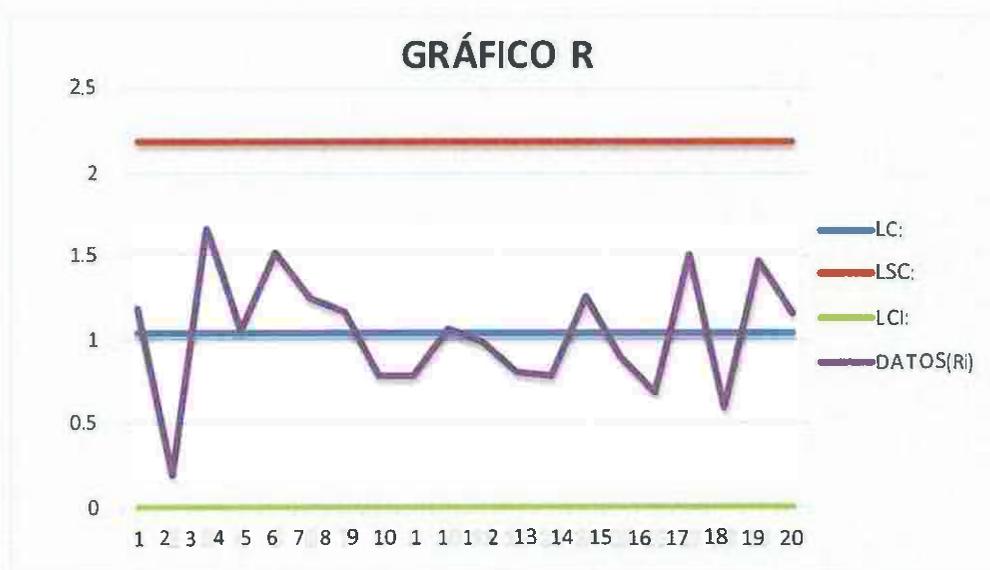


Fig.3.2 Ejemplo de Gráfico de control de rangos.

### 3.13 Cálculo de los promedios $\bar{X}$ de las muestras (Línea Central)

En la tabla de datos se agrega una columna y se realiza el cálculo de los promedios, que es la suma de los elementos de la primera muestra  $m$  entre el número de elementos, esto es,  $\bar{X} = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) / n$ . Aplicándolo al ejemplo, se tiene que el valor de  $n=5$  porque son 5 muestras en total, obteniendo los valores de  $\bar{X}$  (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar, 2004).

Datos registrados en el día 26-02-2015 ensacado de mortero en (kg).							
Nº	1	2	3	4	5	$\bar{x}_i$	
1	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	25.1	=24.44+25.22+24.16+24.68+24.94/5=25.1
2	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	25.202	=25.05+25.3+25.43+25.3+24.93/5=25.202
3	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	25.254	=25.09+25.2+24.84+25.61+25.53/5=25.254
4	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	24.952	=25.2+25.3+25.07+24.86+24.33/5=24.952

Tabla 7. Ejemplo del cálculo de los promedios.

Y así sucesivamente con todos los datos de la tabla.

### 3.14 Cálculo del promedio de promedios ( $\bar{X}$ )

Como su nombre lo indica, el promedio de promedios se calcula sacando el promedio de los resultados obtenidos de  $\bar{X}$ .

El valor de  $\bar{X}$  será posteriormente utilizado en las fórmulas de cálculo de los límites superior e inferior de la gráfica, así que es importante conservar dicho valor, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

Nº	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	Dia-26-02-2015	$\bar{X}_i$
1	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	25.08
2	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	25.28
3	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	25.06
4	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	25.23
5	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	25.11
6	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	25.20
7	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	25.14
8	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	25.19
9	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	25.31
10	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	25.12
11	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	25.14
12	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	25.93
13	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	25.08
14	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	24.92
15	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	25.22
16	24.44	25.22	24.16	24.68	24.94	25.43
17	25.05	25.3	25.43	25.3	24.93	25.31
18	25.09	25.2	24.84	25.61	25.53	25.24
19	25.2	25.3	25.07	24.86	24.33	25.18
20	25.62	25.39	25.82	25.73	25.84	25.39

Tabla 8. Ejemplo del cálculo de los promedios de promedios.

$\bar{X}$	25.17
-----------	-------

El valor de  $\bar{X}$  es de 25.17 que es el valor del Límite Central para la Gráfica  $\bar{X}$ .

### 3.15 Cálculo de Límites Superior e Inferior de $\bar{X}$

Los límites se calculan con las siguientes fórmulas abreviadas:

$$\text{Límite de control superior} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

Donde  $\bar{X}$  = Gran promedio = promedio de los promedios muestrales.

$\bar{R}$  = Promedio de los rangos muestrales.

$A_2$  = Constante.

El valor de la constante puede consultarse en la tabla previamente dada, que es igual a 0.577 para nuestro ejemplo de 5 observaciones. Como los valores de  $\bar{X}$  y  $\bar{R}$  han sido calculados a lo largo de este ejemplo, sólo se sustituyen en las fórmulas de la siguiente forma:

$$\text{Límite de control superior} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control superior} = (25.17) + (0.577) (1.035) = 25.77.$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior} = (25.17) - (0.577) (1.035) = 24.58.$$

(Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

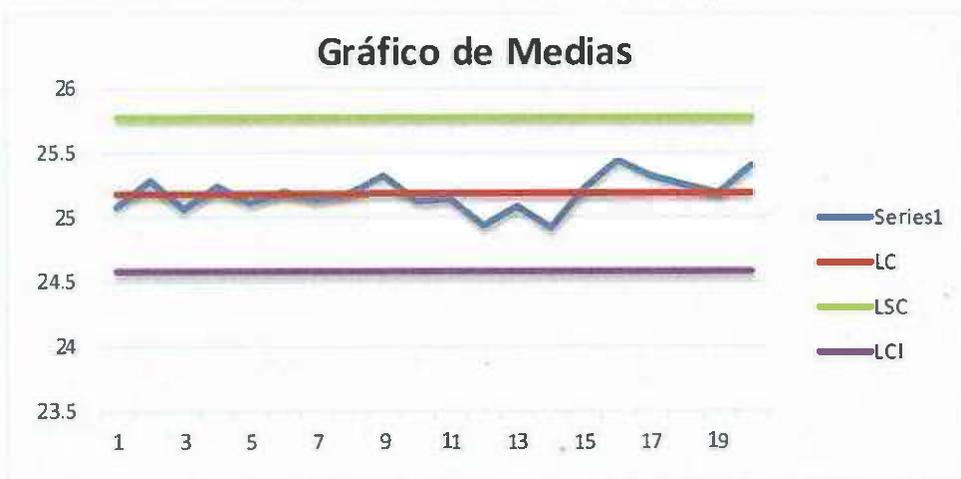


Fig.3.3 Ejemplo de Gráfico de control de medias.

### 3.16 Interpretación de las Gráficas

Se colocan las gráficas para  $\bar{X}$  y R una encima de la otra de manera que el promedio y el rango para cualquier subgrupo se encuentren en la misma línea vertical. Se observa si alguna de ellas o ambas indican una falta de control para ese subgrupo.

Las  $\bar{X}$  fuera de los límites de control son señal de un cambio general que afecta a todas las piezas posteriores al primer subgrupo fuera de los límites. El registro que se guarda durante la recolección de datos, la operación del proceso y la experiencia del trabajador deben estudiarse para descubrir la variable que pudo haber causado que saliera de los límites de control. Las causas comunes son un cambio en el material, el personal, la preparación de la máquina, el desgaste de las herramientas, la temperatura o la vibración.

Las R fuera de los límites de control indican que la uniformidad de proceso ha cambiado. Las causas comunes son un cambio en el personal, un aumento en la variabilidad del material o desgaste excesivo en la maquinaria del proceso.

Una sola R fuera de control puede ser causada por un cambio en el proceso ocurrido mientras se tomaba la muestra del subgrupo, (Gutiérrez Pulido H. y de la Vara Salazar R., 2004).

**3.17 Aplicación del control estadístico en un producto terminado basándose en la NOM-002-SCFI-1993**

**TOLERANCIA (T) SEGÚN NOM-002-SCFI-1993:**

CNd O Peso Nominal del Saco (kg)	Productos	T ( - )	T ( + )
		Peso Mínimo Peso Producto ( - 1.2% ) + peso bolsa	Peso Mínimo Peso Producto ( + 1.2% ) + peso bolsa
20	Acabados interiores.	19.90	20.38
	Multibond.	19.82	20.30
	Repellos Interiores, Pegamax Blanco y Gris, Pisomax Blanco y Gris.	19.88	20.36
	Vitromax Blanco y Gris.	19.90	20.38
25	Manual Extra Fino, Mortero de Pegue, Manual Fino y Grueso, Nivelante	24.78	20.32
	Morteros Proyectables Gruesos	24.76	25.30
	Repello, Acabado, Textura Exterior, Yeso Redimix, Yeso Proyectable, Pegamento MB	24.80	25.34
40	Concreto	39.66	40.62

**Tamaño de la muestra según NOM-002-SCFI-1993:**

Lote de Productos ( sacos )	Muestra de Prueba Unidades (sacos)	Frecuencia
De 150 a 500	13	Un producto por semana
De 501 a 1200	20	
De 1 201 a 10 000	32	
De 10 001 a 35 000	50	
De 35 001 a 500 000	80	

**Número de unidades permitidas fuera de tolerancia según NOM-002-SCFI-1993:**

Muestra de prueba unidades (sacos)	Unidades fuera de la tolerancia
13	1
20	2
32	3
50	5
80	7

**3.17.1 Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993.**

**Nombre del producto:** \_\_\_\_\_

Hora:	Fecha:			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo	Peso máximo
			Cumple con la Norma	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma

### **3.18 Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas o inputs, el proceso, y las salidas (outputs) de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (feedback) para el subsistema de control.

#### **3.18.1 Causa**

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas como las espinas de un pez que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común.

### **3.18.2 Procedimiento**

Para empezar, se decide qué característica de calidad, salida o efecto se quiere examinar y continuar con los siguientes pasos:

1. Hacer un diagrama en blanco.
2. Escribir de forma concisa el problema o efecto.
3. Escribir las categorías que se consideren apropiadas al problema: máquina, mano de obra, materiales, métodos, son las más comunes y se aplican en muchos procesos.
4. Realizar una lluvia de ideas de posibles causas y relacionarlas con cada categoría.
5. Preguntarse ¿por qué? a cada causa, no más de dos o tres veces.  
¿Por qué no se dispone de tiempo necesario?  
¿Por qué no se dispone de tiempo para estudiar las características de cada producto?
6. Empezar por enfocar las variaciones en las causas seleccionadas como fácil de implementar y de alto impacto.

### **3.18.3 Causas y Espinas**

Para crear y organizar las espinas de un diagrama, hay que considerar lo siguiente:

1. Todas las espinas deben ser causas posibles.
2. Todas las causas deben ser presentadas en las vías que indiquen cómo se relacionan con el problema.
3. La disposición de las espinas debe reflejar las relaciones entre las causas, (Ishikawa Kaoru, 1985).

## CAPITULO IV

### Resultados

#### 4.1 Introducción

La aplicación de técnicas estadísticas ha tenido gran importancia y al mismo tiempo un enorme éxito, es en la de aquellos aspectos que se relacionan con el control de calidad de producción. En cualquier proceso se produce variabilidad, en cada caso el origen de la variabilidad puede ser diverso, por un lado tenemos causas impredecibles, de origen desconocido, y por tanto en principio inevitable, y por otro lado, causas previsible debidas a factores humanos, a los instrumentos y maquinaria de la organización.

Con la ayuda de la aplicación de control estadístico y como resultado de las mismas, pretendemos detectar cualquier inestabilidad en los procesos de producción, de tal forma que detectadas, se pueden implementar medidas correctivas y se eliminarían las causas de variabilidad en la obtención del resultado final.

El analizar la actividad que se realiza y verificar si es posible mejorarla, constituye la parte más importante para que los procesos cumplan con requerimientos internos y externos.

#### 4.2 Presentación de resultados

A continuación, se presenta la aplicación de los gráficos  $\bar{X}$ -R en el área de ensacado, los datos tomados en las fechas especificadas, gracias a la interpretación de los mismos obtendremos los resultados que nos ayudaran a un control estadístico de los procesos para cumplir con la Norma Oficial mexicana -002-SCFI -1993.

## Área Premezclas

### Hoja de Registro

Nombre del material: Multibon boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva-Gamaliel Alcafaz.	
Fecha: 10 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	19.38	20.55	20.68	20.91	20.24
2	20.80	18.80	21.07	20.07	20.35
3	20.55	20.82	20.18	20.86	20.04
4	21.13	19.62	20.30	21.00	20.63
5	19.52	20.67	21.17	20.43	20.45
6	19.86	20.55	20.79	20.48	20.47
7	21.11	20.12	21.15	20.75	20.15
8	20.44	20.90	20.98	20.12	20.42
9	20.45	19.75	20.41	19.25	20.19
10	18.51	20.3	20.05	20.51	19.43
11	19.72	19.49	20.88	20.26	18.86
12	19.93	20.08	20.68	20.05	18.53
13	20.50	20.71	21.06	19.73	18.81
14	20.04	19.53	19.99	20.35	20.02
15	19.64	20.35	20.93	20.79	19.79
16	19.47	19.75	20.69	20.2	20.20
17	20.29	20.05	21.06	20.69	20.75
18	20.77	20.33	21.04	21.58	20.12
19	19.14	10.61	20.40	20.34	19.71
20	19.92	19.62	20.45	20.50	20.85

Tabla 9. Registro de datos del material multibon boquilla 1.

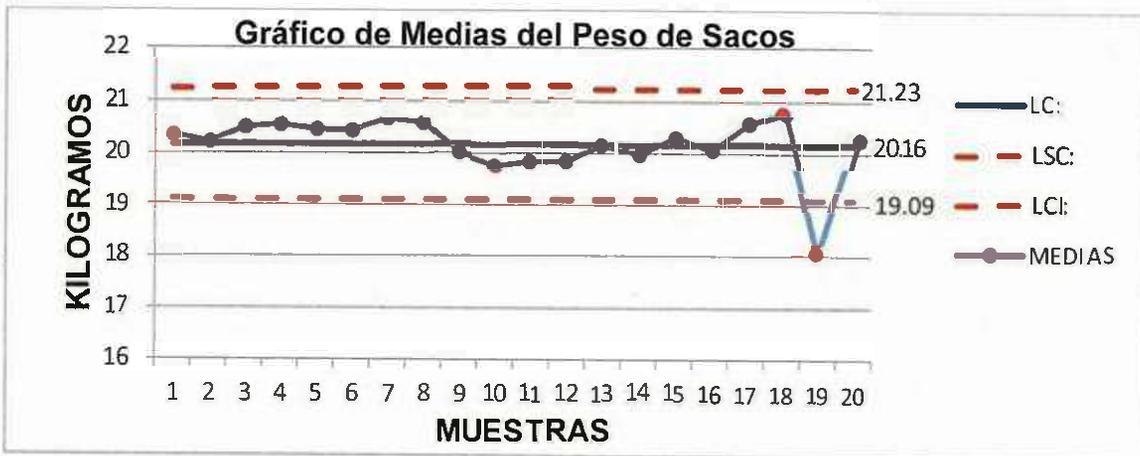


Figura 4.1 Gráfico de medias material multibon boquilla 1.



Figura 4.2 Gráfico de rangos material multibon boquilla 1.

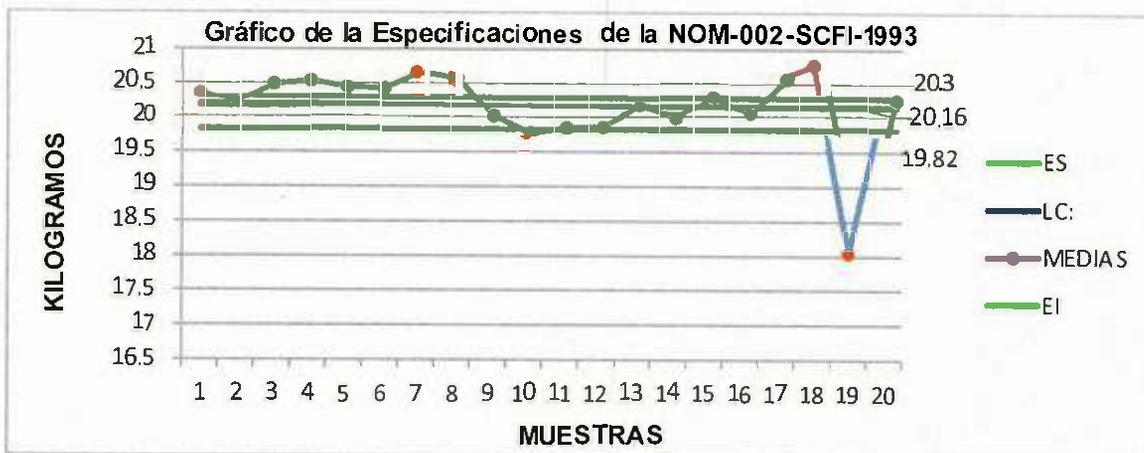


Figura 4.3 Gráfico de tolerancias material multibon boquilla 1.

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso no está dentro de los límites de control estadístico calculados, de igual manera, no están dentro de las tolerancias internas de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso no está controlado.

CP=0.07

Nombre del material: Multibon boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva-Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	20.08	20.08	19.20	20.11	18.97
2	20.72	20.74	19.29	21.14	19.94
3	19.45	20.21	20.38	19.89	21.00
4	19.83	18.90	19.87	19.70	20.02
5	19.46	19.47	20.83	20.31	20.41
6	19.93	20.10	19.39	18.35	18.75
7	19.3	19.64	19.76	20.64	19.96
8	19.42	20.90	20.44	21.42	16.85
9	19.92	19.57	20.19	20.26	21.10
10	19.71	19.60	19.80	22.26	21.23
11	20.12	20.13	20.10	20.82	20.45
12	19.55	20.85	19.38	19.75	19.48
13	20.43	20.01	20.36	20.46	21.18
14	20.51	20.03	20.69	19.80	21.4
15	20.28	20.25	19.73	20.00	20.12
16	20.10	19.91	19.71	21.24	20.50
17	19.94	19.68	19.65	21.06	21.15
18	19.74	19.92	19.86	20.16	20.83
19	19.35	20.60	20.74	20.62	20.06
20	20.61	19.83	20.49	21.58	20.77

Tabla 10. Registro de datos del material multibon boquilla 2.

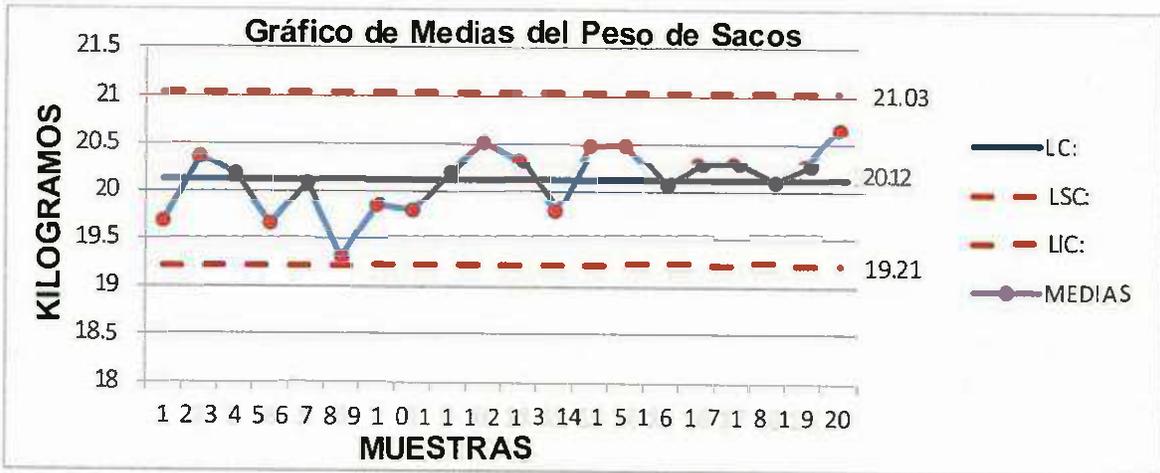


Figura 4.4 Gráfico de medias material multibon boquilla 2.



Figura 4.5 Gráfico de medias material multibon boquilla 2.

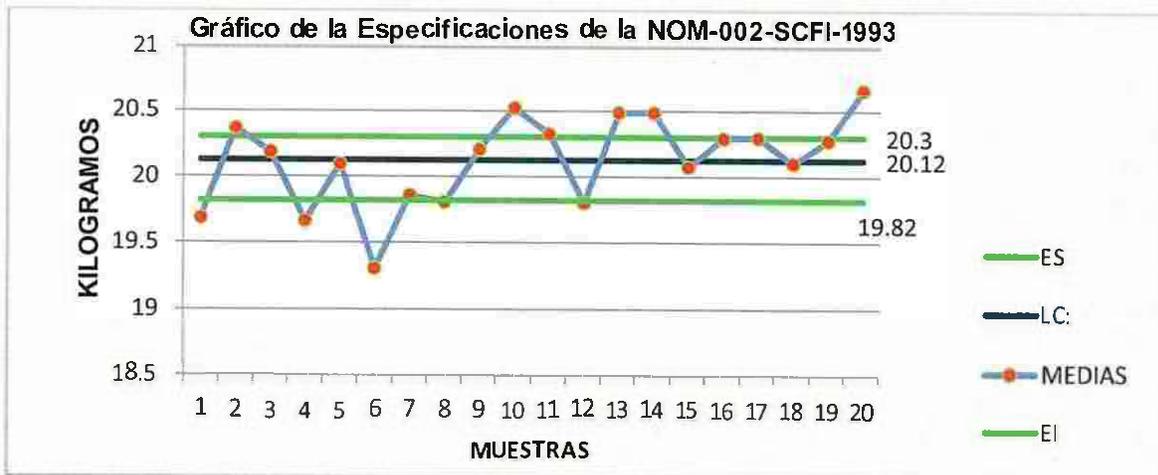


Figura 4.6 Gráfico de tolerancias material multibon boquilla 2.

CP=0.11

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso está dentro de los límites de control estadístico calculados, no así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso no está dentro de los límites de control estadístico calculado.

Nombre del material: Pisomax gris boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva-Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 24 de Febrero del 2015				Hora: 10:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	19.90	20.45	20.67	20.03	20.24
2	21.12	20.40	19.89	20.22	21.02
3	21.03	20.12	19.29	19.60	21.56
4	20.15	20.01	19.46	20.20	21.54
5	20.61	20.77	19.65	19.79	21.25
6	20.5	20.10	20.45	20.05	21.65
7	20.74	20.54	19.82	20.01	19.88
8	20.41	20.77	20.40	19.76	21.57
9	19.66	20.49	19.78	20.47	21.38
10	20.53	20.34	20.22	20.72	21.25
11	25.76	21.34	19.42	20.48	19.91
12	20.11	19.71	20.06	19.70	20.31
13	20.86	20.97	20.96	20.21	20.28
14	19.36	20.69	20.31	20.00	20.16
15	19.61	20.63	20.31	20.31	20.54
16	20.05	19.99	20.69	20.57	20.09
17	20.85	20.38	20.21	19.88	20.46
18	20.34	19.13	19.95	19.89	20.06
19	20.33	19.94	20.07	20.63	20.14
20	20.45	20.40	20.37	21.34	20.04

Tabla 11. Registro de datos del material pisomax gris boquilla 1.

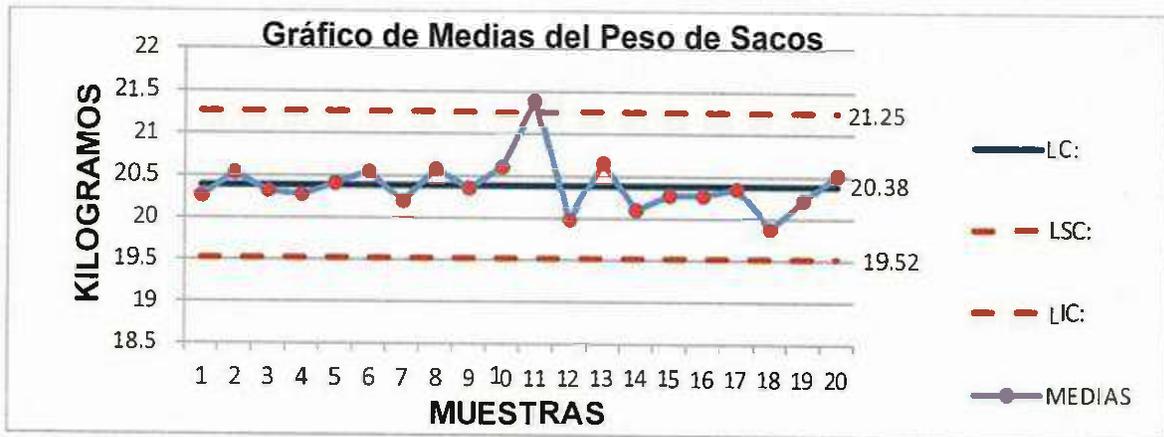


Figura 4.7 Gráfico de medias material pisomax gris boquilla 1.

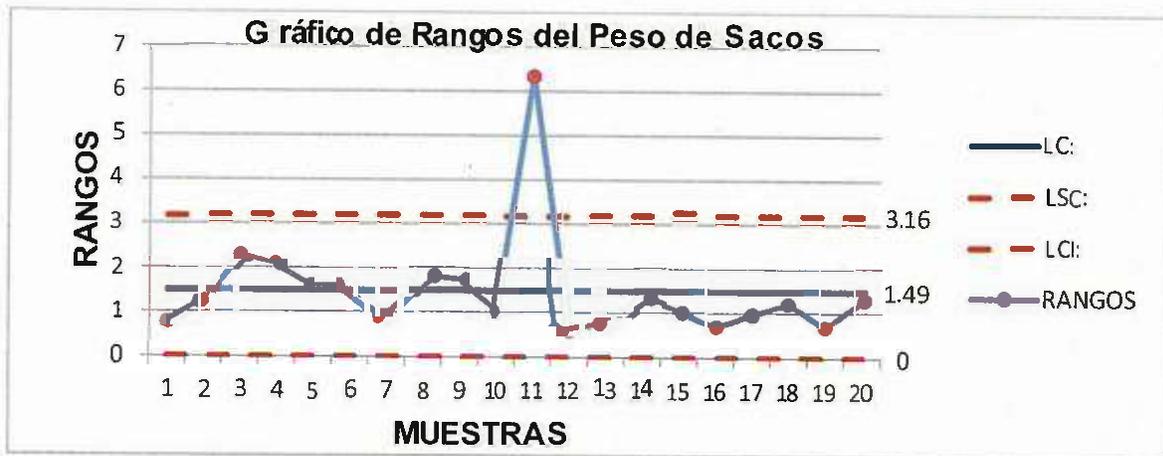
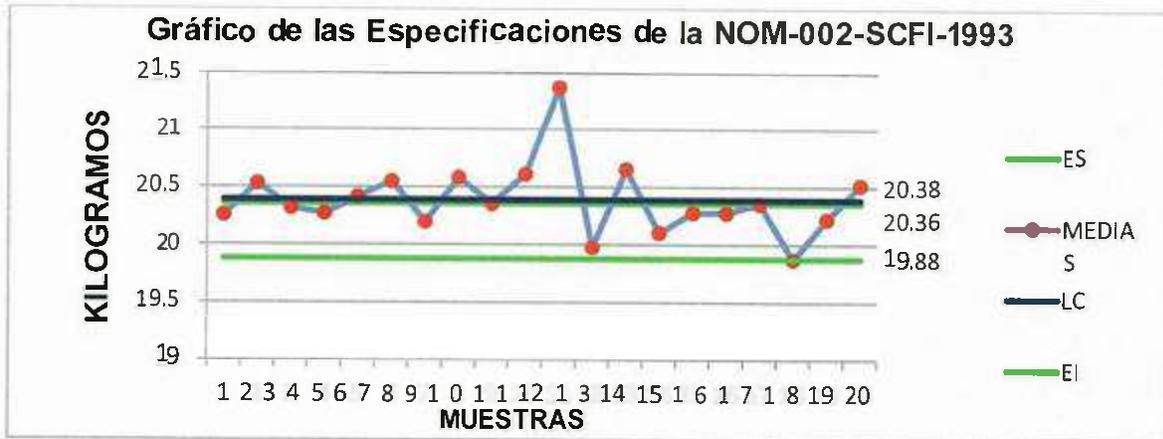


Figura 4.8 Gráfico de rangos material pisomax gris boquilla 1.



CP=0.11

Figura 4.9 Gráfico de tolerancias material pisomax gris boquilla 1.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso NO está dentro de los límites de control estadístico calculados, siempre hubo una tendencia alrededor del límite central, haciendo una observación en la gráfica de tolerancias internas el proceso no cumplió con las especificaciones de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: PisOmax gris boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva-Gamaliel Alcafaz.	
Fecha: 24 de Febrero del 2015				Hora: 10:10 AM	
Nº	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	20.36	19.60	19.76	19.60	20.04
2	20.80	20.3	20.39	20.21	19.36
3	20.76	20.32	20.40	19.70	20.7
4	20.66	19.40	19.95	20.37	20.41
5	20.83	19.6	20.57	19.75	20.00
6	20.64	19.76	20.05	19.68	20.88
7	20.35	21.03	21.00	20.31	19.94
8	19.86	19.84	20.10	20.95	19.75
9	19.61	19.59	20.48	20.06	19.86
10	19.80	20.15	20.20	20.29	20.36
11	20.65	20.45	19.07	20.26	19.20
12	20.57	20.35	19.80	20.00	20.35
13	20.51	20.96	19.66	20.76	20.53
14	20.37	20.75	20.46	20.80	18.83
15	20.09	19.12	20.36	20.52	20.12
16	20.90	19.86	20.32	19.49	20.24
17	20.76	20.15	20.08	19.88	19.57
18	19.22	14.61	19.55	19.95	19.76
19	20.42	19.76	20.83	19.83	19.35
20	20.06	19.94	19.54	19.80	20.13

Tabla 12. Registro de datos del material pisomax gris boquilla 2.

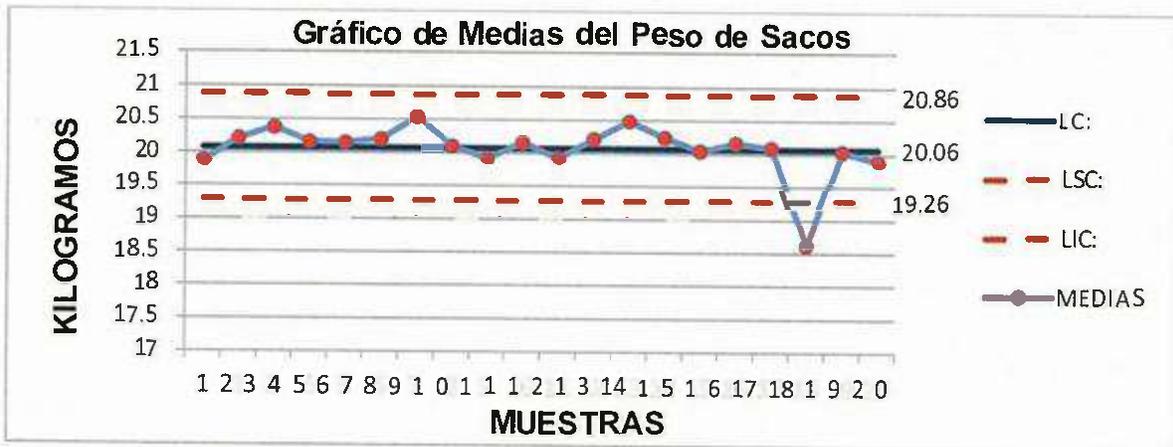


Figura 4.10 Gráfico de medias material pisomax gris boquilla 2.

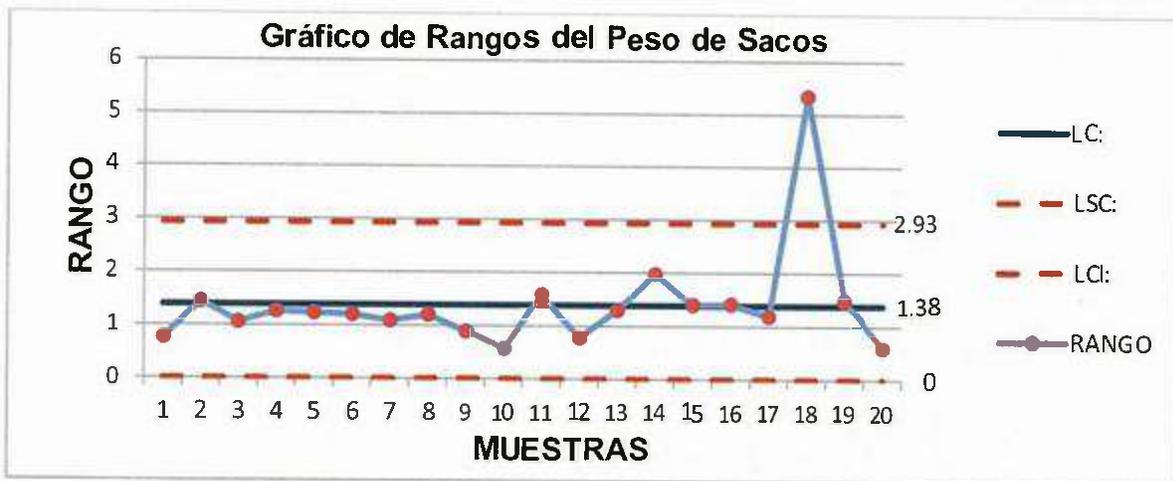
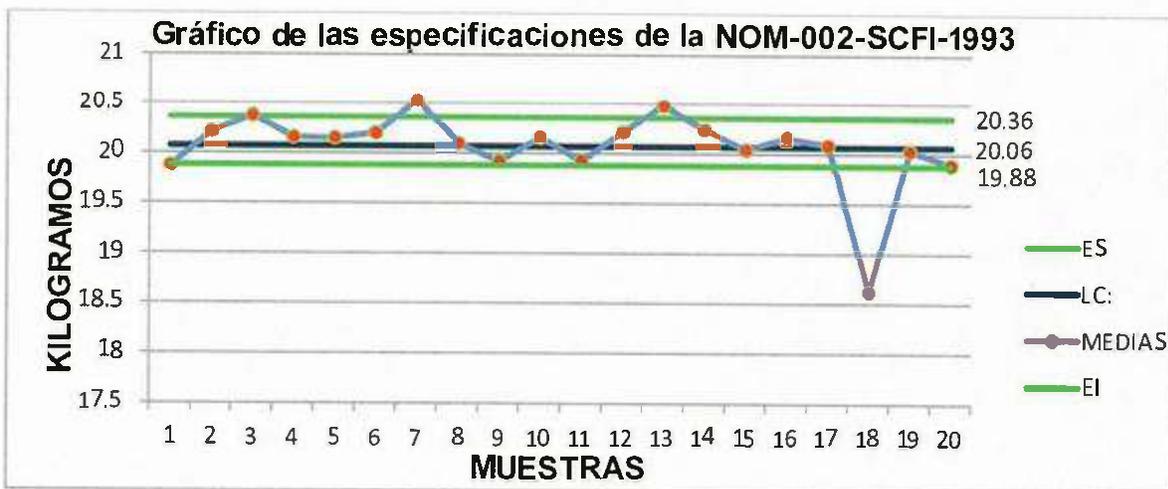


Figura 4.11 Gráfico de rangos material pisomax gris boquilla 2.



CP=0.10

Figura 4.12 Gráfico de tolerancias material pisomax gris boquilla 2.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso NO está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Yeso proyectable boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva - Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 25 de Febrero del 2015				Hora: 10:52 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.94	24.61	26.37	25.10	25.61
2	24.27	24.94	25.12	25.52	26.34
3	25.08	25.33	25.44	26.42	26.55
4	26.04	25.72	25.16	24.85	26.49
5	25.28	24.81	24.62	26.13	24.60
6	26.13	24.93	25.29	25.22	24.68
7	25.42	25.21	26.10	25.66	26.67
8	25.92	24.93	24.14	25.75	26.97
9	25.17	25.10	24.97	25.87	24.67
10	24.83	25.42	24.16	25.21	25.90
11	25.44	25.92	24.93	25.60	26.02
12	24.41	25.79	24.45	25.05	24.61
13	24.46	24.19	25.54	25.88	25.21
14	24.83	26.43	23.95	24.62	23.89
15	24.12	25.52	24.53	26.06	25.07
16	26.50	25.34	24.97	24.59	24.38
17	25.33	24.16	26.15	25.87	24.25
18	25.83	25.13	25.45	25.11	24.54
19	25.77	25.81	26.62	24.92	23.97
20	25.12	25.59	25.52	25.55	24.32

Tabla 13. Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 1.

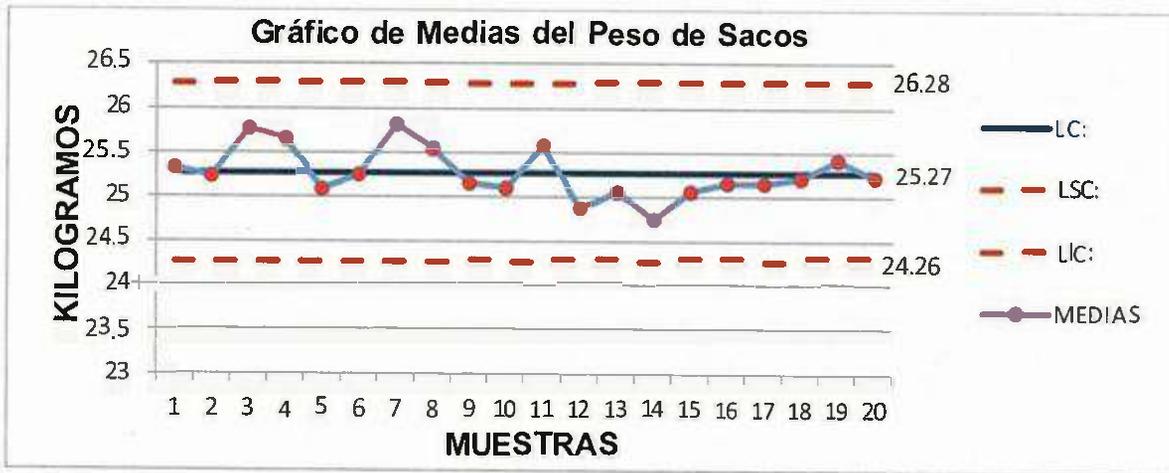


Figura 4.13 Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 1.

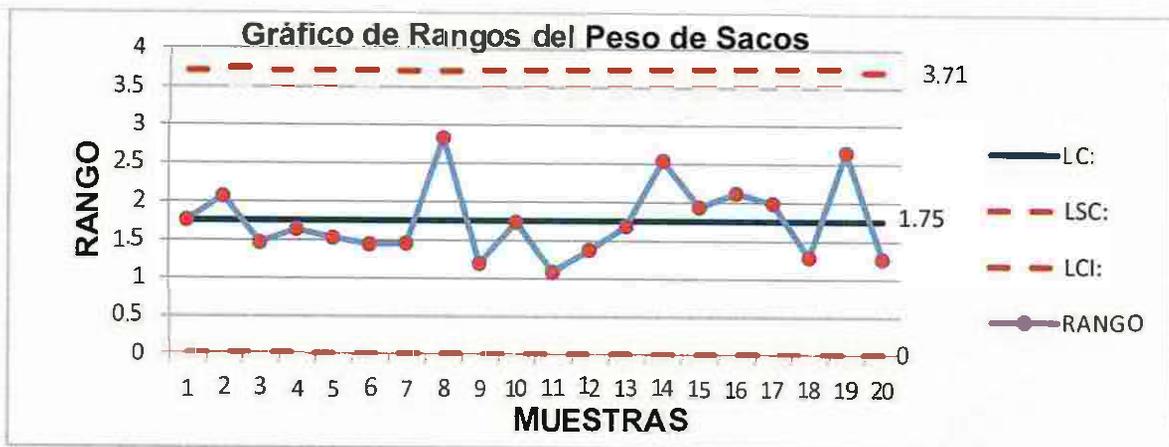
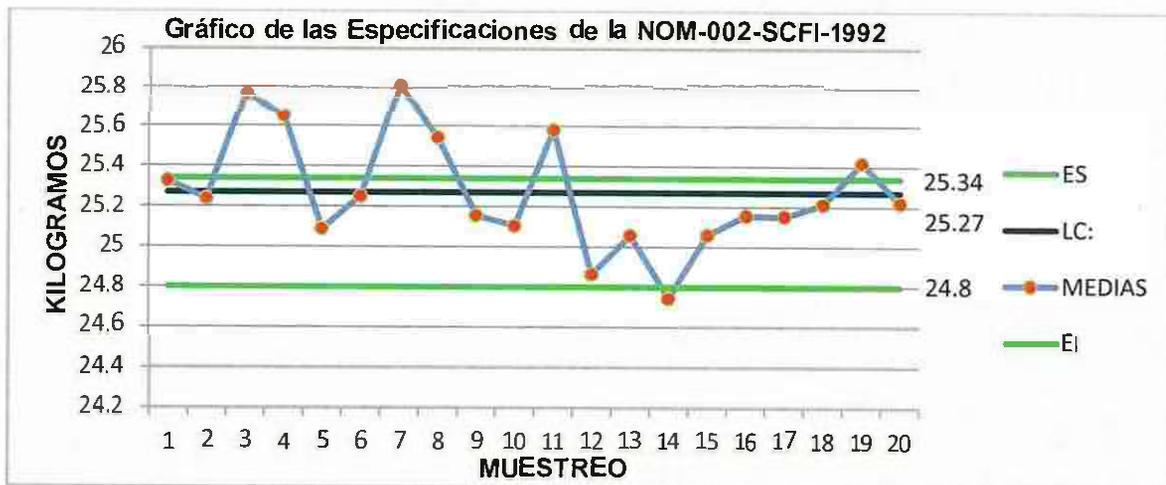


Figura 4.14 Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 1.



CP= 0.12

Figura 4.15 Gráfico de tolerancias material yeso proyectable boquilla 1.

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Yeso proyectable boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg.				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 25 de Febrero del 2015				Hora: 10:52 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.88	24.65	25.70	24.52	24.29
2	24.93	25.11	25.55	24.65	24.39
3	25.70	25.07	25.70	25.42	24.29
4	24.74	24.48	24.70	24.19	24.93
5	25.03	25.55	25.14	24.49	24.97
6	24.51	25.52	24.39	24.62	26.12
7	24.86	25.24	25.08	24.89	25.54
8	25.02	24.26	23.73	26.18	26.63
9	25.08	25.82	24.58	25.77	25.48
10	24.08	25.12	24.42	24.96	25.41
11	25.11	24.81	25.09	24.59	24.92
12	25.28	25.31	25.52	25.19	25.52
13	25.81	25.54	24.94	24.62	25.34
14	25.03	24.71	25.42	24.56	25.6
15	25.04	25.20	25.08	25.09	25.16
16	24.64	24.35	20.35	25.30	24.32
17	23.95	25.74	25.60	25.69	25.49
18	25.71	25.60	25.01	25.40	24.32
19	25.12	25.95	25.06	24.06	24.19
20	24.81	26.26	25.17	24.29	25.23

Tabla 14. Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 2.

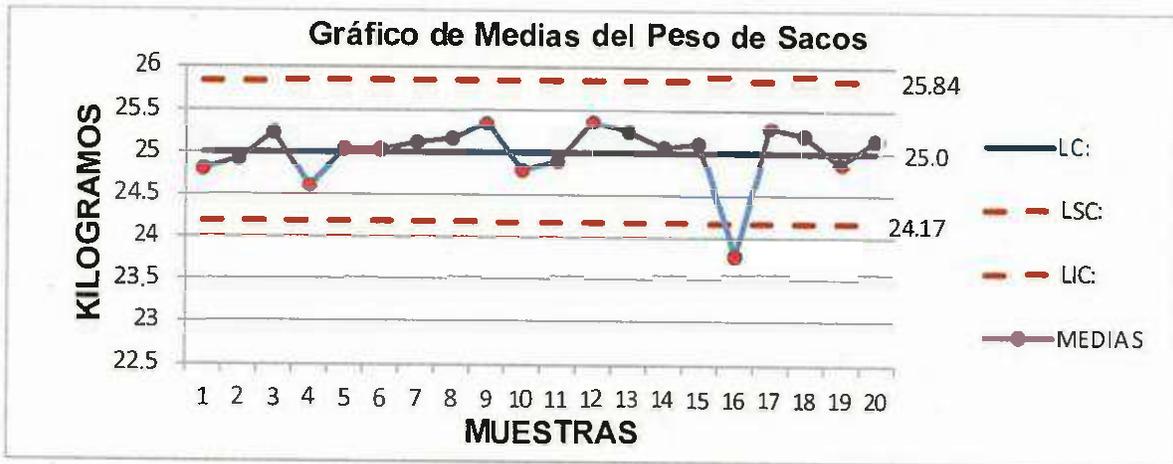


Figura 4.16 Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 2.



Figura 4.17 Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 2.

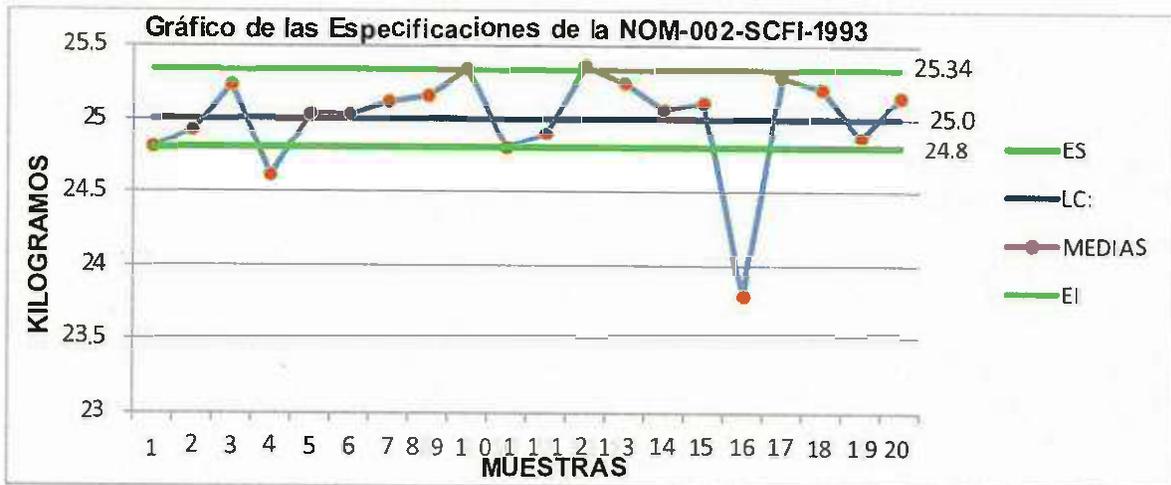


Figura 4.18 Gráfico de tolerancias del material yeso pfoyectable boquilla 2.

CP=0.12

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso NO está dentro de los límites de control estadístico calculados ya que los datos se mantuvieron alrededor del límite central y un punto por fuera del límite de control superior, observando la gráfica de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993 podemos ver que el ensacado no cumplió con los requisitos internos.

Nombre del material: Repello interiores boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva - Gamaliel Alcazar.	
Fecha: 11 de Marzo del 2015				Hora: 10:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	20.55	19.89	19.46	20.23	19.93
2	19.99	19.91	20.83	19.49	19.69
3	19.55	20.77	20.38	20.27	20.17
4	20.38	20.83	20.60	20.34	19.88
5	20.37	20.18	20.29	19.83	20.25
6	20.25	20.49	19.73	19.66	20.52
7	20.03	20.71	20.18	20.4	20.16
8	20.38	20.28	20.08	20.21	20.13
9	19.72	20.59	19.64	20.01	20.38
10	19.72	20.53	20.15	20.10	20.91
11	19.96	20.39	20.20	20.64	19.70
12	20.87	20.14	20.10	20.16	20.62
13	20.32	20.23	20.57	20.43	20.65
14	20.64	20.10	20.35	20.31	20.33
15	20.45	20.50	20.72	19.8	20.25
16	19.95	20.47	20.14	20.37	20.21
17	20.50	20.07	19.91	20.5	20.29
18	20.31	20.05	19.89	20.49	20.25
19	19.82	20.24	20.35	20.28	20.3
20	20.25	19.55	20.18	20.09	20.38

Tabla 15. Registro de datos del material repello interiores boquilla 1.

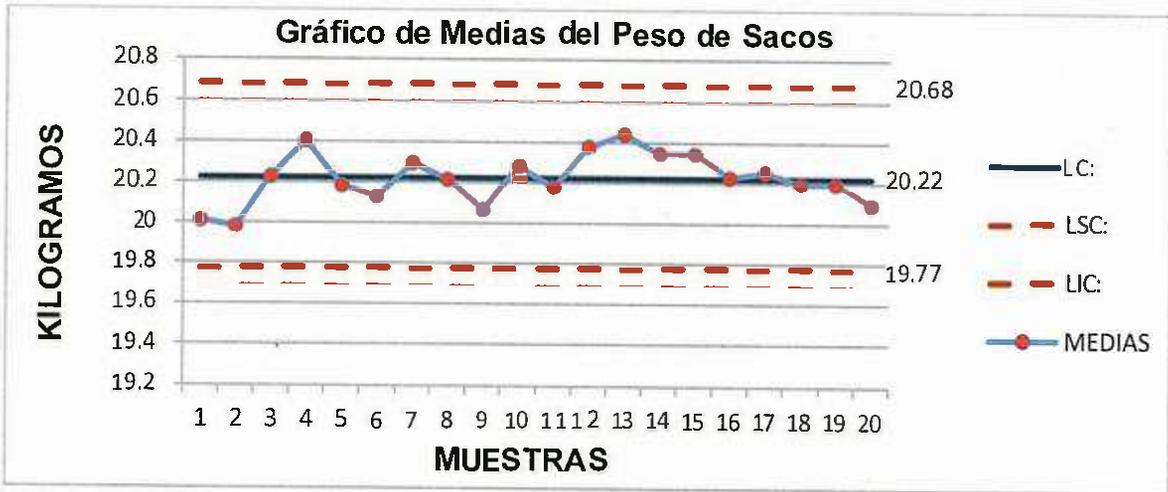


Figura 4.19 Gráfico de medias del material repello interiores boquilla 1.

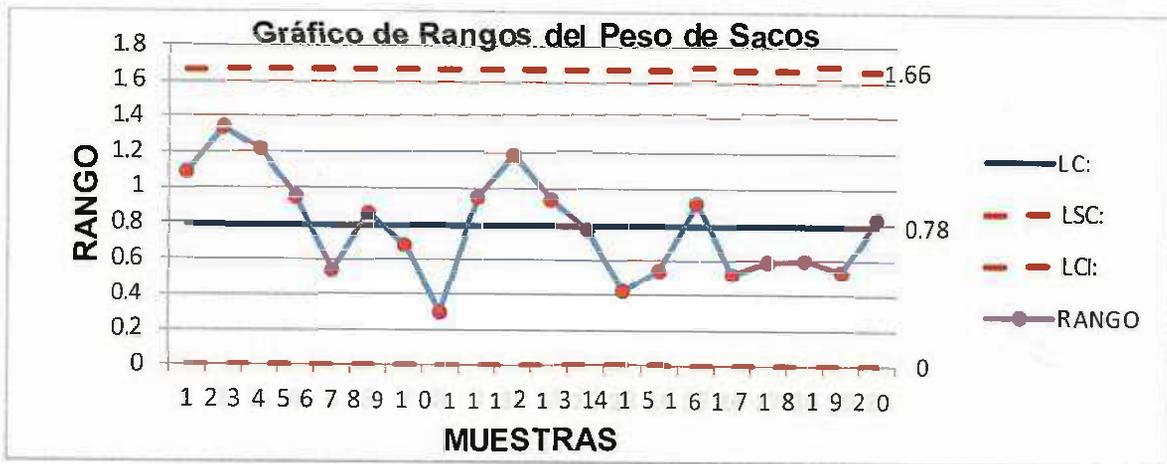
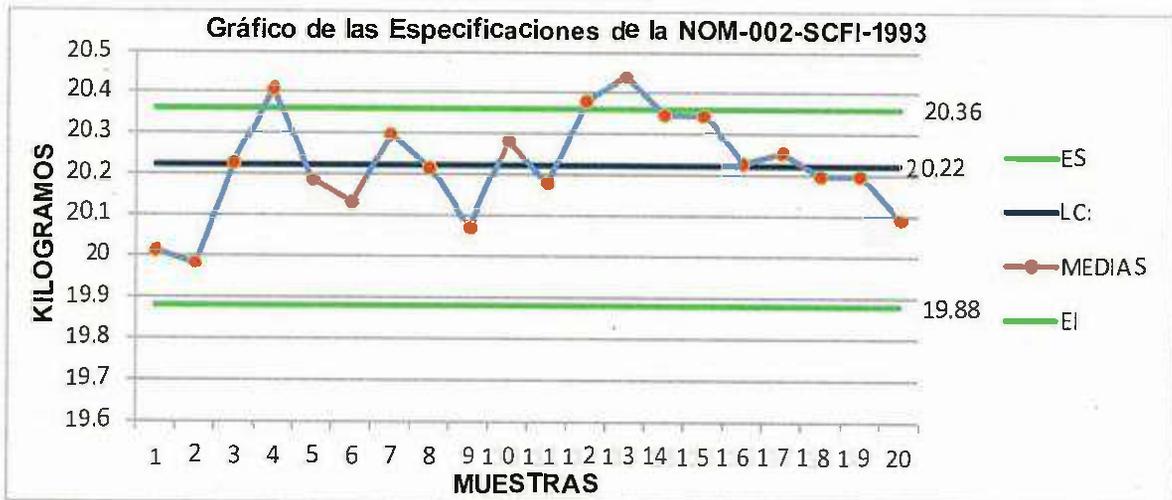


Figura 4.20 Gráfico de rangos del material repello interiores boquilla 1.



CP=0.25

Figura 4.21 Gráfico de tolerancias del material repello interiores boquilla 1.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Repello interiores boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 11 de Marzo del 2015				Hora: 10:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	19.99	21.01	19.42	20.15	20.60
2	20.25	19.8	20.38	20.19	19.56
3	20.29	19.70	19.48	19.35	20.27
4	19.74	19.65	20.58	20.31	19.94
5	20.64	20.63	20.59	20.42	19.93
6	20.31	20.63	21.43	19.88	18.92
7	19.64	20.19	21.05	20.25	19.52
8	20.16	19.95	20.17	20.40	19.67
9	19.88	20.62	19.57	20.36	20.08
10	20.29	20.12	19.04	20.27	19.60
11	20.46	19.73	20.07	20.01	20.00
12	19.87	20.14	19.92	20.33	20.55
13	19.74	20.34	20.14	20.22	20.25
14	20.68	20.00	19.42	20.03	20.44
15	20.77	20.15	20.05	20.00	19.78
16	20.05	20.15	20.31	19.93	20.21
17	20.05	19.63	20.22	19.49	19.41
18	20.21	20.13	19.83	20.24	19.67
19	20.06	20.60	20.13	19.39	20.42
20	20.07	19.67	19.55	20.07	19.90

Tabla 16. Registro de datos del material repello interiores boquilla 2.

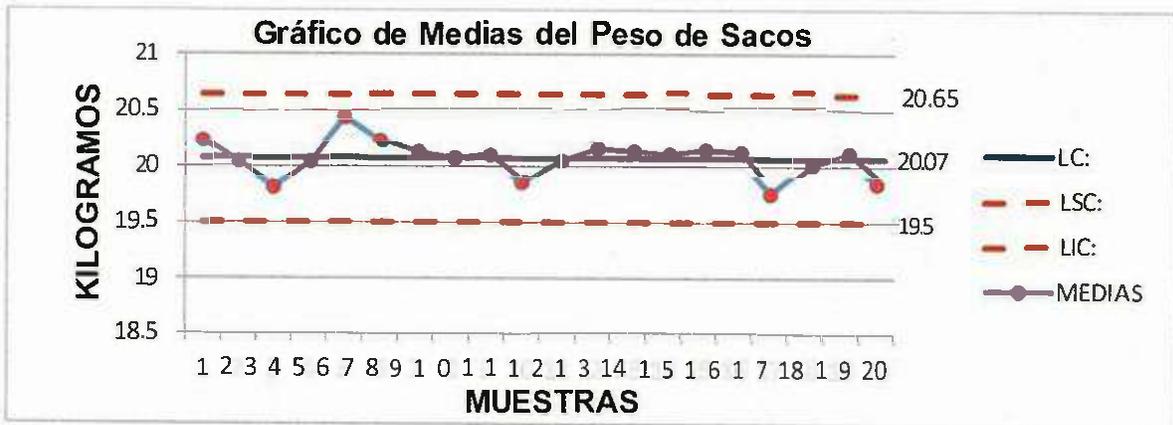
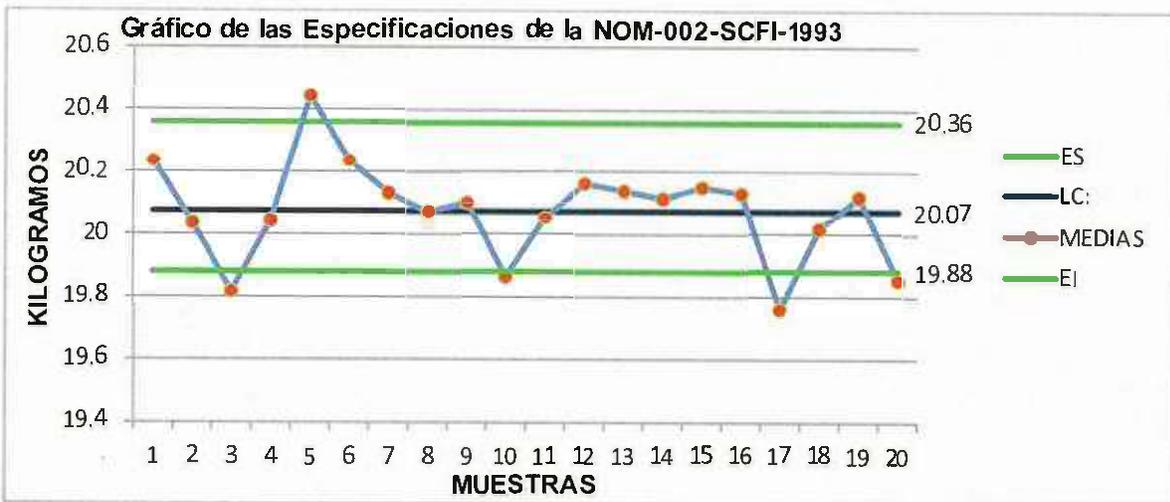


Figura 4.22 Gráfico de medias del material repello interiores boquilla 2.



Figura 4.23 Gráfico de rangos del material repello interiores boquilla 2.



CP=0.19

Figura 4.24 Gráfico de tolerancias del material repello interiores boquilla 2.

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso NO está dentro de control estadístico de procesos a causa de la alta variabilidad.

Nombre del material: Mortero de pegue boquilla 1				Planta: YINSA	
Característica medida: peso de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva	
Fecha: 12 de Marzo del 2015				Hora: 10:15 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.34	25.70	25.58	24.26	24.30
2	24.08	25.28	26.46	23.70	24.60
3	24.07	24.00	25.12	24.14	24.18
4	25.03	25.25	25.48	24.46	25.67
5	23.78	23.70	25.58	23.64	23.12
6	24.25	22.63	24.17	24.45	24.94
7	25.20	25.10	25.25	24.91	23.31
8	23.09	25.40	22.89	24.13	25.28
9	24.59	24.87	25.44	25.39	23.48
10	24.74	25.43	24.53	23.96	25.40
11	24.40	25.41	24.78	25.76	24.12
12	24.33	25.96	25.35	26.05	25.10
13	25.69	25.38	24.3	24.04	25.97
14	25.05	24.03	24.74	26.22	24.32
15	24.81	24.62	23.87	24.36	23.32
16	25.49	25.15	23.99	26.57	24.18
17	25.31	25.14	23.22	25.14	24.64
18	25.28	24.55	24.32	26.02	25.24
19	25.42	24.58	24.87	25.57	26.20
20	24.93	26.67	24.38	24.46	23.52

Tabla 17. Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 1.

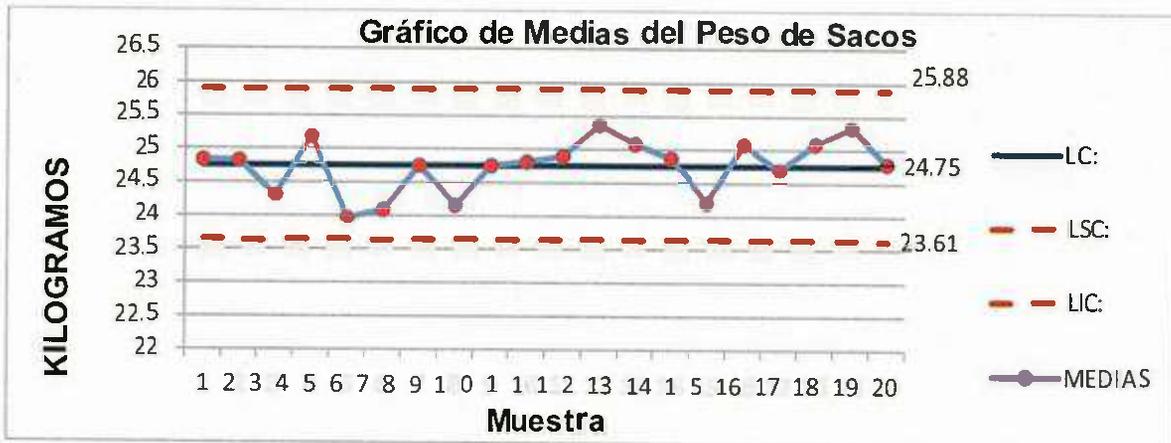


Figura 4.25 Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 1.

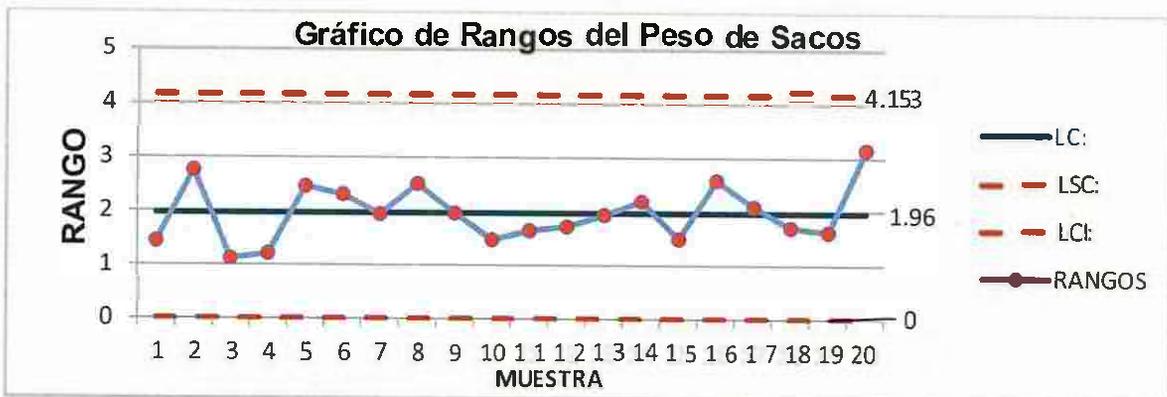


Figura 4.26 Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 1.

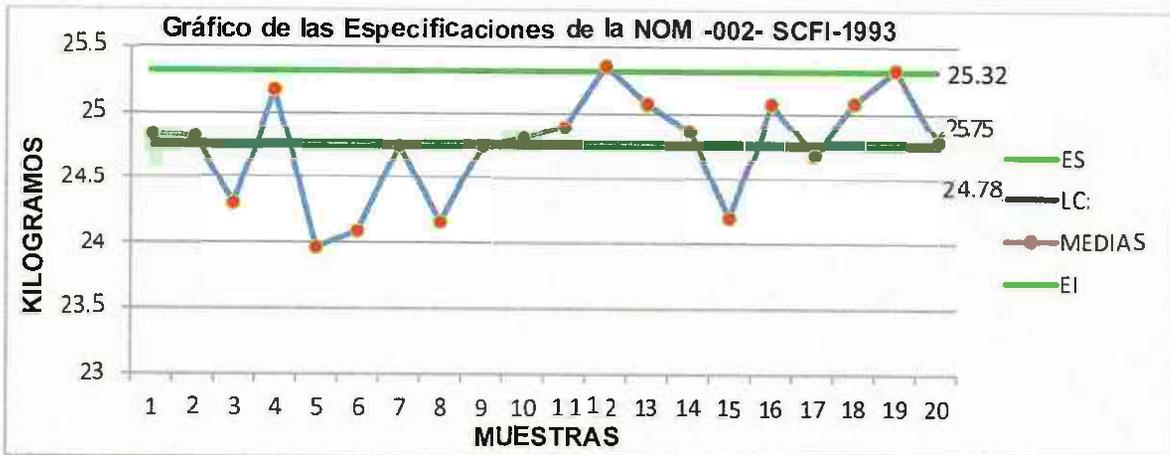


Figura 4.27 Gráfico de tolerancias del material mortero de pegue boquilla 1.

CP=0.10

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993 ya que el proceso se encontraba inestable por causas de mantenimiento. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Mortero de pegue boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 12 de Marzo del 2015				Hora: 10:15 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.47	25.60	25.55	25.74	25.55
2	24.15	25.26	25.15	24.47	22.49
3	24.40	24.32	24.67	24.15	24.67
4	25.26	25.75	25.95	25.05	25.93
5	25.25	25.38	23.94	24.98	24.70
6	24.78	25.56	24.27	25.35	24.25
7	25.57	24.35	25.28	24.77	24.46
8	25.77	22.10	24.72	24.60	25.15
9	25.48	25.58	25.75	22.85	22.84
10	24.87	25.46	24.93	24.73	23.44
11	24.95	25.75	24.42	27.83	25.09
12	25.16	24.74	25.73	25.87	25.51
13	25.81	25.98	25.10	24.31	25.15
14	26.29	25.53	25.06	24.28	24.25
15	26.05	22.99	25.03	25.87	25.20
16	24.83	25.54	24.01	24.72	24.07
17	24.77	25.55	24.37	23.24	24.63
18	23.99	25.17	24.75	25.60	25.70
19	25.74	24.74	25.18	23.88	23.60
20	26.05	24.23	25.55	25.67	23.62

Tabla 18. Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 2.

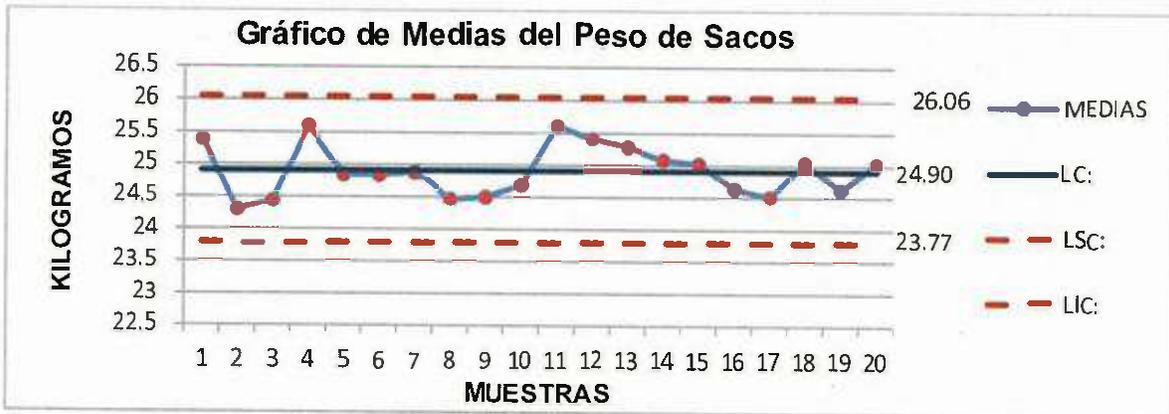


Figura 4.28 Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 2.

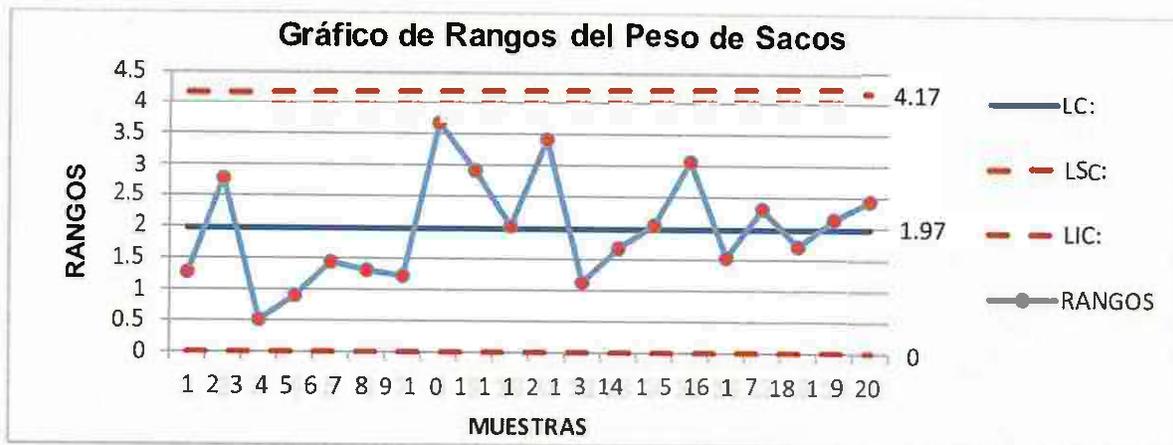
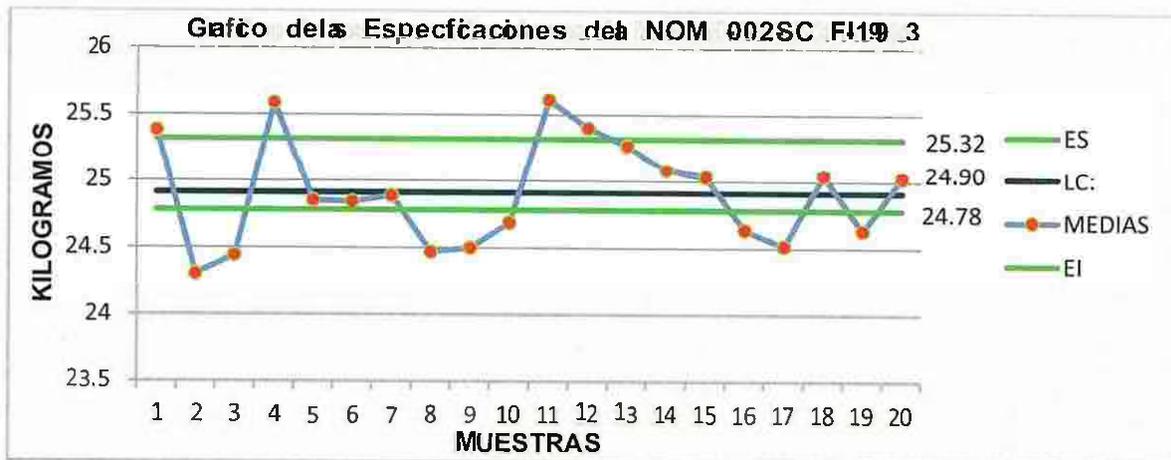


Figura 4.29 Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 2.



CP=0.10

Figura 4.30 Gráfico de tolerancias del material mortero de pegue boquilla 2.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Mortero proyectable fino boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 17 de Marzo del 2015				Hora: 10:27 AM	
Nº	Muestra nº1	Muestra nº2	Muestra nº3	Muestra nº4	Muestra nº5
1	23.03	25.6	24.96	26.19	26.68
2	23.77	22.85	27.53	24.80	25.27
3	25.65	25.54	26.62	25.63	25.75
4	25.38	25.62	26.54	25.81	25.35
5	24.88	25.68	25.55	25.08	25.45
6	25.54	27.64	23.93	25.33	25.34
7	25.88	25.69	22.97	25.12	25.12
8	25.19	25.39	24.84	25.24	25.25
9	25.89	26.83	25.66	26.77	24.10
10	26.97	27.53	24.99	26.24	25.16
11	24.97	25.57	25.64	26.73	27.18
12	25.40	26.84	23.79	23.00	27.35
13	25.82	25.78	23.25	25.04	27.68
14	24.28	26.19	23.44	25.35	26.74
15	25.78	25.28	25.45	24.74	25.48
16	25.32	25.18	25.75	24.14	23.38
17	26.06	28.73	29.19	25.40	25.98
18	26.30	23.16	27.00	25.14	25.05
19	25.23	24.76	25.25	25.15	27.4
20	24.76	25.84	26.11	25.42	23.82

Tabla 19. Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 1.

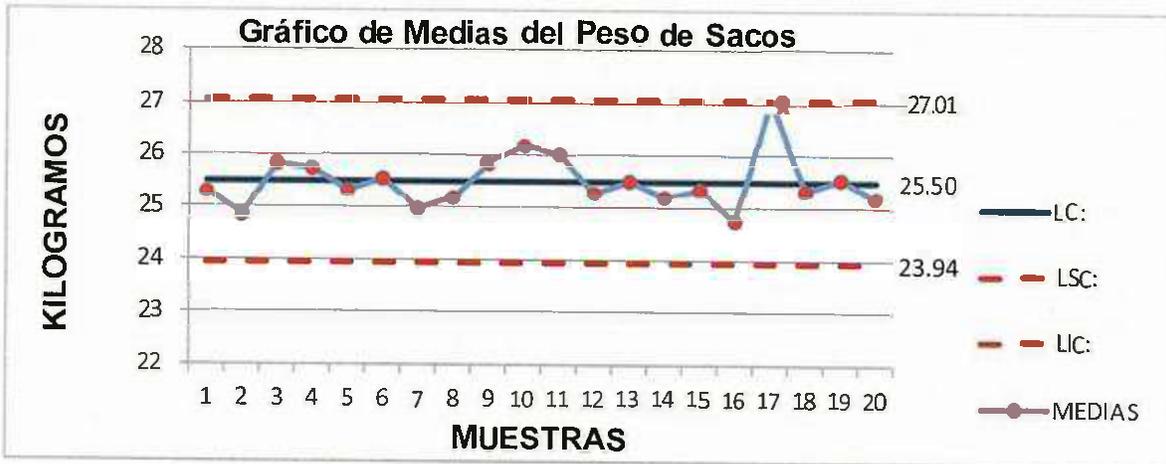


Figura 4.31 Gráfico de medias del material mortero proyectable fino boquilla 1.

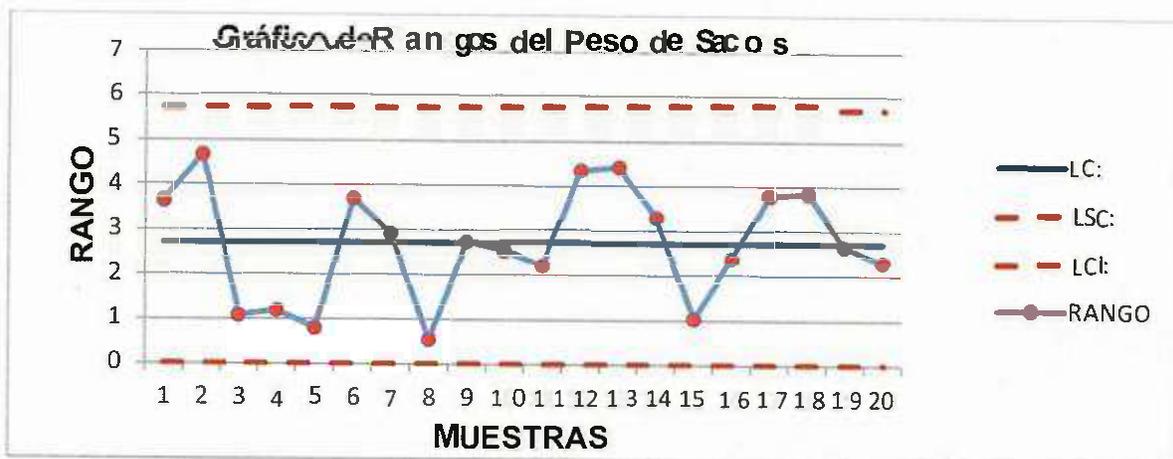
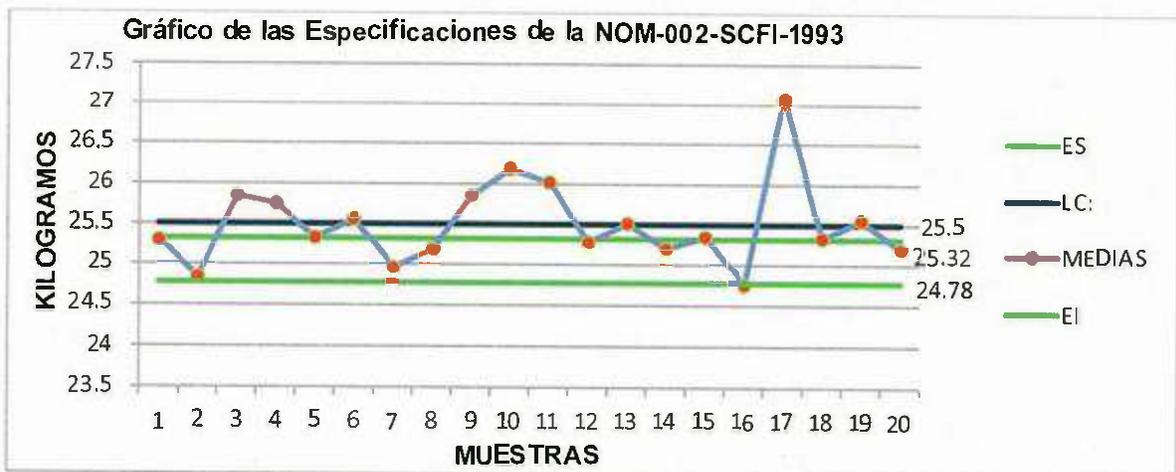


Figura 4.32 Gráfico de rangos del material mortero proyectable fino boquilla 1.



CP=0.07

Figura 4.33 Gráfico de tolerancias del material mortero proyectable fino boquilla 1.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Mortero proyectable fino boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 17 de Marzo del 2015				Hora: 10:27 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	26.54	24.53	25.44	25.04	25.91
2	22.73	22.24	26.39	25.71	25.05
3	25.66	23.17	26.77	25.84	22.19
4	28.22	25.09	26.50	26.84	26.36
5	27.92	26.68	24.93	27.17	25.62
6	26.93	25.25	24.96	22.09	25.07
7	26.64	25.79	25.24	22.76	26.94
8	23.69	25.74	25.22	23.3	25.18
9	26.07	26.81	26.41	25.56	24.24
10	24.30	26.91	27.32	25.44	27.69
11	26.68	25.10	25.76	25.11	25.81
12	25.59	25.67	24.94	24.34	23.64
13	25.28	24.95	25.78	24.24	25.94
14	25.51	24.94	23.64	25.73	27.62
15	25.29	21.66	25.72	25.94	25.33
16	26.32	25.82	27.63	25.78	25.98
17	25.35	25.11	25.21	25.36	27.68
18	24.85	27.20	22.73	23.49	25.12
19	27.01	24.68	22.94	24.60	25.14
20	26.20	23.28	24.67	26.70	25.11

Tabla 20. Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 2.

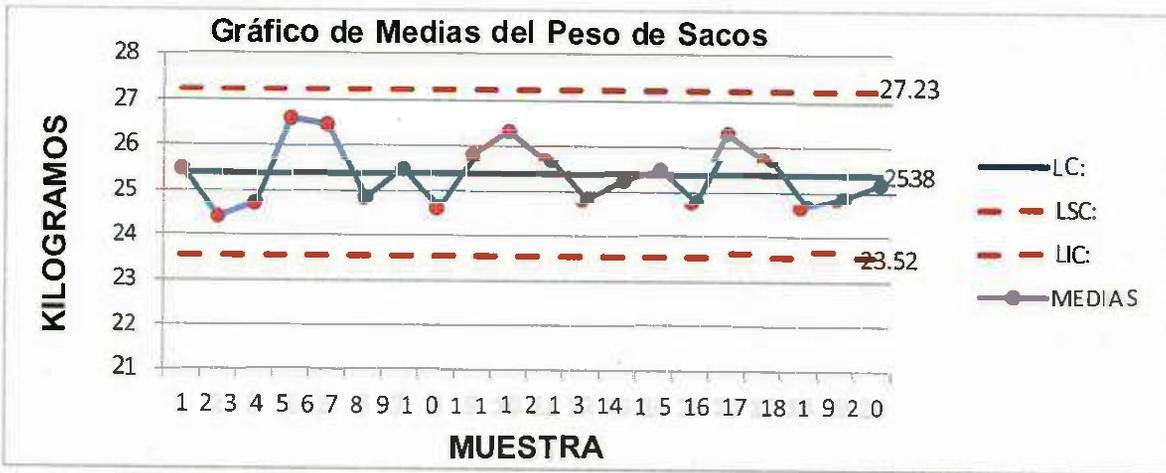


Figura 4.34 Gráfico de medias del material mortero proyectable fino boquilla 2.

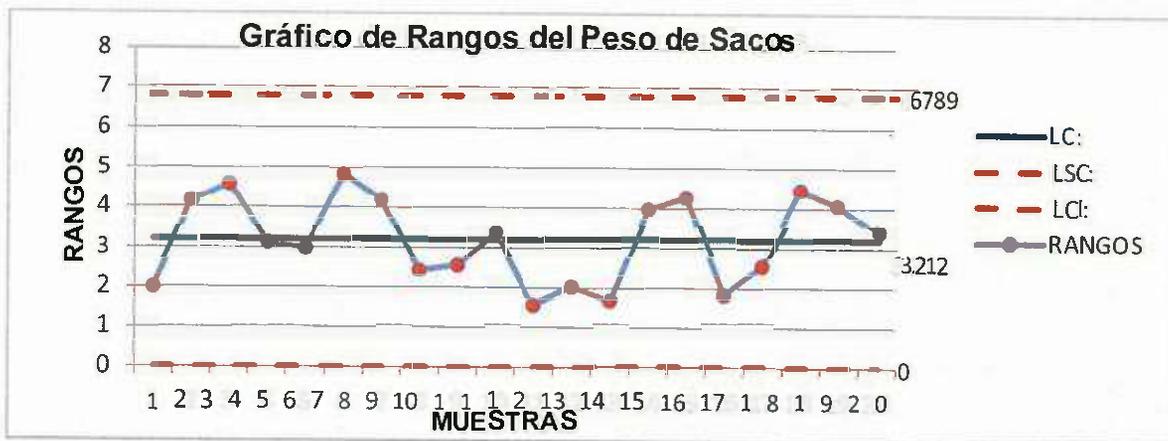
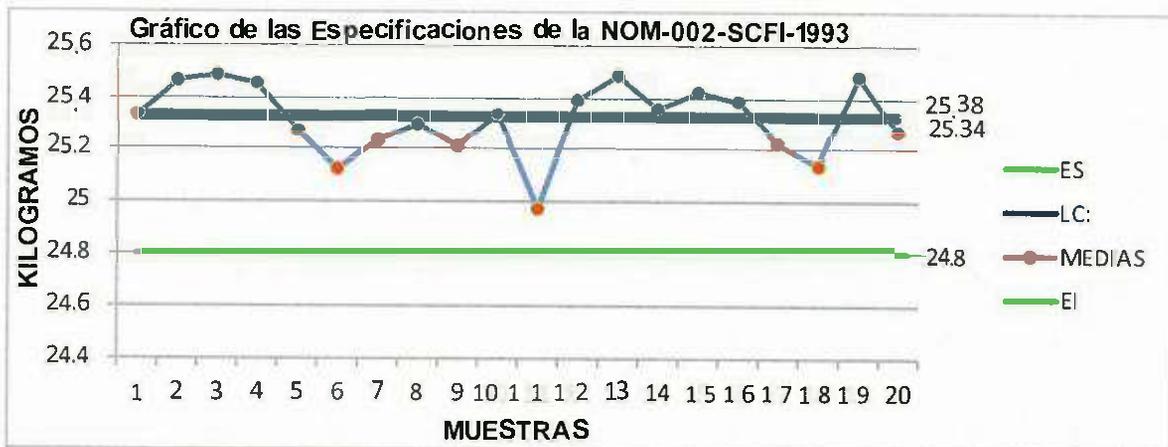


Figura 4.35 Gráfico de rangos del material mortero proyectable fino boquilla 2.



CP=0.07

Figura 4.36 Gráfico de rangos del material mortero proyectable fino boquilla 2.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Mortero para enjarre manual boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 18 de Marzo del 2015				Hora: 9:32 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.94	25.81	25.67	24.84	25.27
2	26.79	23.84	25.93	25.97	24.41
3	25.05	24.94	25.20	24.83	25.98
4	24.97	27.28	25.76	25.18	25.12
5	25.49	24.10	25.07	25.26	25.79
6	25.00	25.31	25.04	25.17	25.46
7	25.36	25.42	24.69	25.35	24.71
8	25.10	25.37	25.65	25.03	25.16
9	25.01	25.65	25.00	25.71	24.7
10	25.19	25.25	25.31	25.52	25.01
11	25.32	25.81	25.14	25.76	25.12
12	25.02	24.76	24.11	25.62	24.88
13	24.69	25.29	26.49	25.17	25.1
14	25.78	25.09	25.51	25.26	25.15
15	25.35	26.46	26.87	25.42	24.83
16	25.09	25.52	25.33	24.73	25.11
17	25.13	25.03	25.68	24.39	25.04
18	24.96	25.35	25.24	24.52	24.84
19	25.29	25.37	25.70	25.10	25.11
20	24.80	25.35	25.18	24.76	24.64

Tabla 21. Registro de datos del material mortero para enjarre manual boquilla 1.

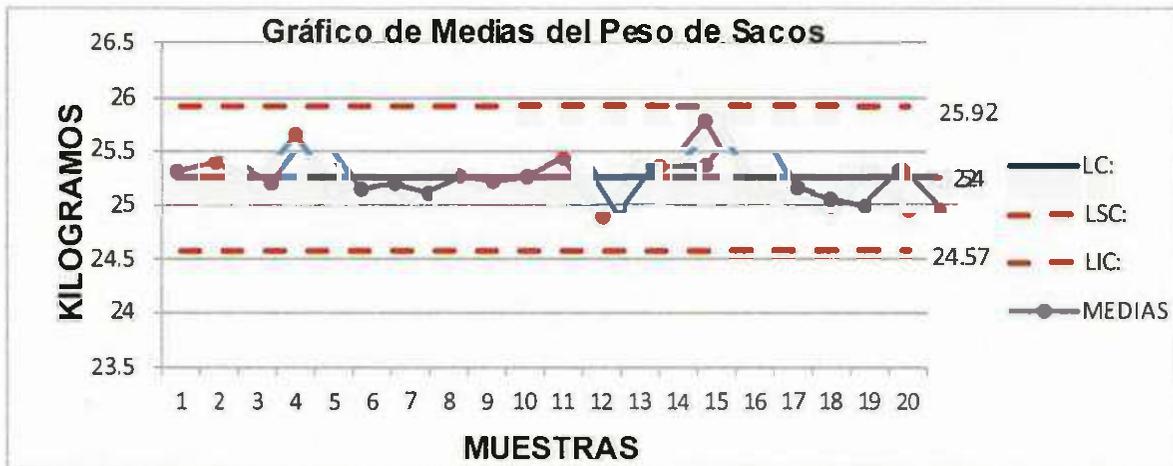
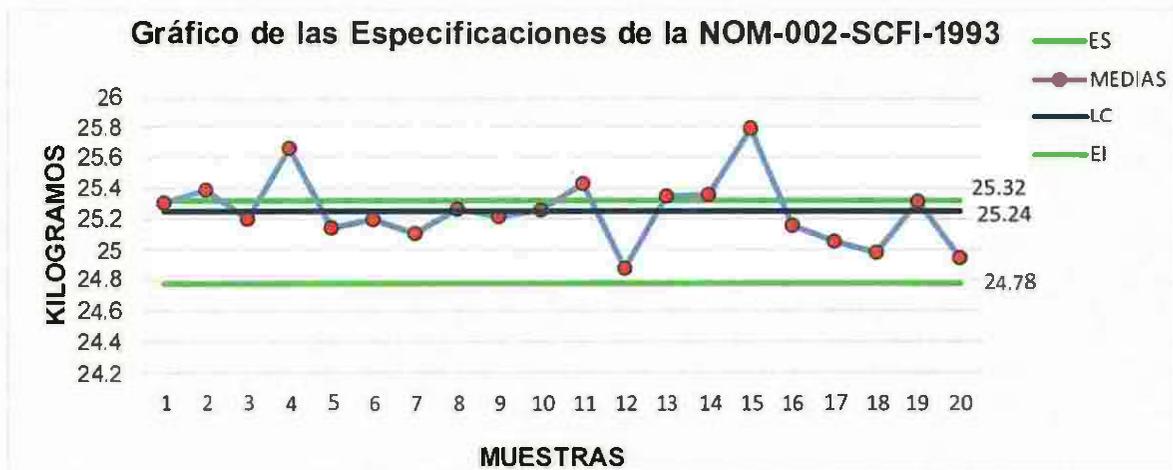


Figura 4.37 Gráfico de medias del material mortero para enjarre manual boquilla 1.



Figura 4.38 Gráfico de rangos del material mortero para enjarre manual boquilla 1.



CP=0.16

Figura 4.39 Gráfico de tolerancias del material mortero para enjarre manual boquilla 1.

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso NO está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Mortero para enjarre manual boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 18 de Marzo del 2015				Hora: 9:32 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	24.98	25.40	23.95	25.24	24.92
2	25.16	24.37	25.37	25.46	24.44
3	25.08	25.74	25.25	25.98	25.29
4	27.71	25.49	23.20	25.81	25.89
5	26.36	24.89	24.12	25.54	25.71
6	26.52	26.6	25.17	26.8	25.82
7	24.18	26.73	25.15	25.95	25.41
8	24.72	27.35	25.22	25.31	25.77
9	26.88	26.15	25.58	24.8	25.08
10	26.09	27.97	25.89	25.50	25.47
11	23.99	25.68	24.32	25.21	24.96
12	23.69	25.42	26.69	25.36	25.18
13	26.60	24.19	26.56	25.39	24.85
14	23.66	24.72	26.66	25.44	24.98
15	25.34	26.65	25.56	24.82	24.26
16	24.01	25.34	25.34	24.90	24.77
17	23.98	25.92	25.95	25.15	24.55
18	25.97	25.18	25.07	24.36	24.78
19	25.48	25.15	26.62	24.96	24.45
20	25.61	24.47	24.78	25.18	24.87

Tabla 22. Registro de datos del material mortero para enjarre manual boquilla 2.

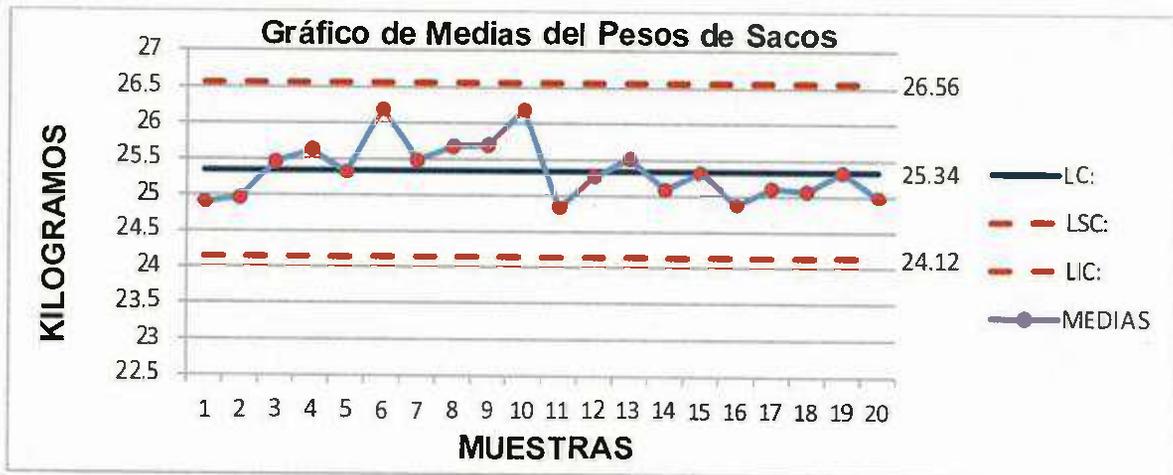


Figura 4.40 Gráfico de medias del material mortero para enjarre manual boquilla 2.

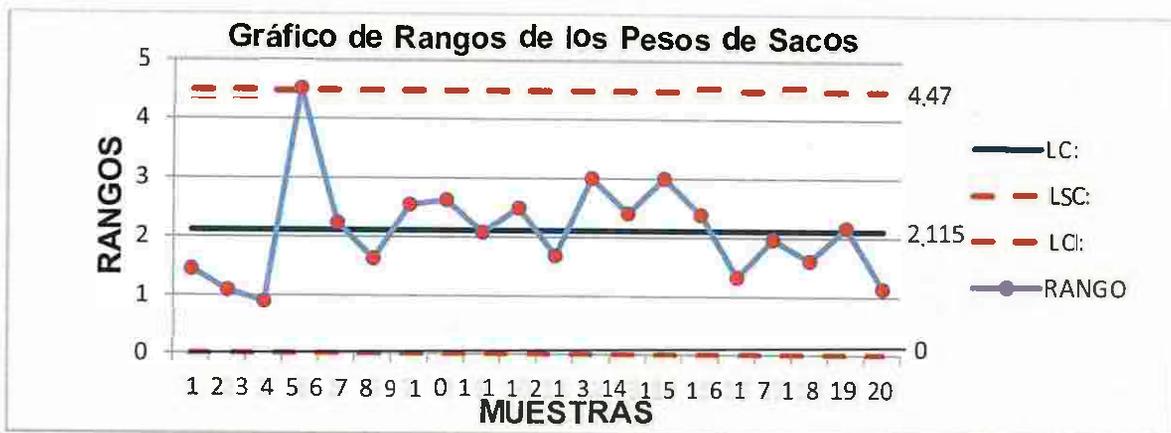
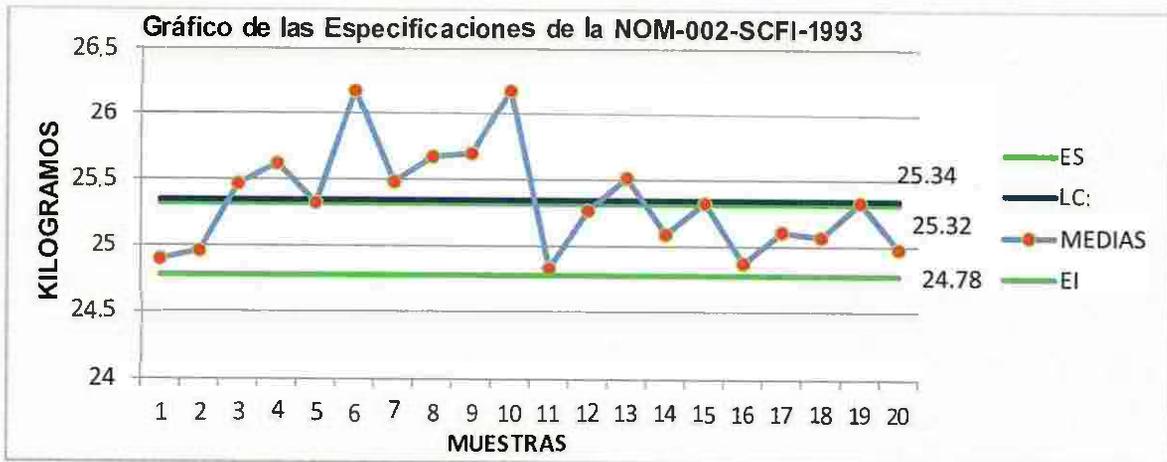


Figura 4.41 Gráfico de rangos del material mortero para enjarre manual boquilla 2.



CP=0.10

Figura 4.42 Gráfico de tolerancias del material mortero para enjarre manual boquilla 2.

Observaciones: La gráfica de variables nos indica que el proceso si está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Yeso redimix boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg.				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 19 de Marzo del 2015				Hora: 9:12 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	25.68	25.20	25.24	24.38	25.46
2	25.79	25.43	25.12	25.18	24.49
3	24.35	24.67	24.99	24.49	25.29
4	25.20	26.74	26.77	25.50	24.06
5	26.04	25.63	24.46	24.87	24.18
6	25.57	25.55	25.53	24.76	24.99
7	24.34	25.54	24.20	24.80	25.13
8	25.77	25.44	24.35	24.33	24.90
9	25.42	25.01	24.72	25.82	25.48
10	25.27	25.21	25.20	25.71	25.71
11	24.81	25.11	26.14	25.8	25.88
12	25.24	25.18	25.75	25.86	25.86
13	25.22	24.77	25.43	25.83	25.47
14	25.63	25.11	25.55	25.72	25.96
15	25.58	24.95	25.13	25.29	25.6
16	25.73	25.54	24.98	25.37	25.51
17	25.52	24.83	25.34	25.76	25.99
18	25.42	25.45	25.36	25.56	25.36
19	25.51	25.45	25.36	25.56	25.36
20	24.19	25.58	25.12	25.43	25.57

Tabla 23. Registro de datos del material yeso redimix boquilla 1.

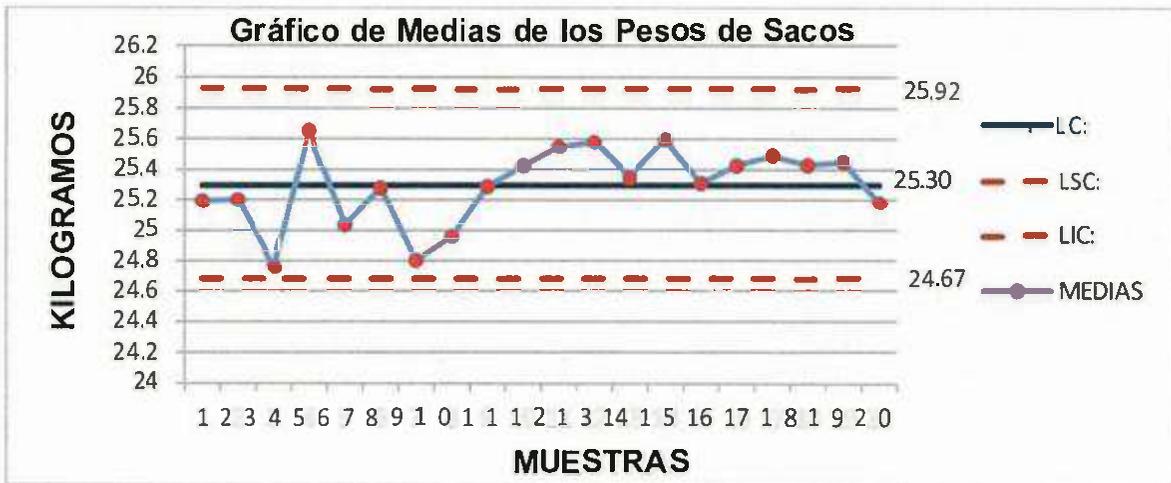


Figura 4.43 Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 1.



Figura 4.44 Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 1.

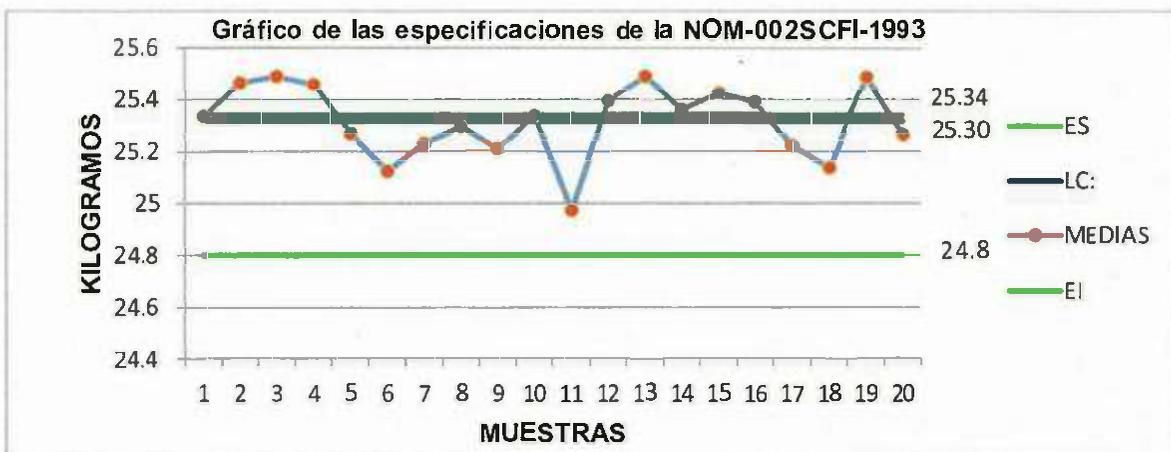


Figura 4.45 Gráfico de tolerancias del material yeso redimix boquilla 1.

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso NO está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

Nombre del material: Yeso redimix boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: masa calculada en báscula digital.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: Kg				Registrado por: Julio Leyva – Gamaliel Alcaraz.	
Fecha: 19 de Marzo del 2015				Hora: 9:12 AM	
Nº	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	25.60	25.19	25.02	25.28	25.58
2	25.70	25.48	25.13	25.40	25.62
3	25.52	25.47	25.56	25.15	25.75
4	25.56	26.15	25.56	25.01	25.01
5	24.96	25.58	25.57	25.21	25.03
6	25.68	25.12	25.51	25.10	24.21
7	25.53	24.54	25.18	25.41	25.49
8	24.80	25.15	26.04	24.96	25.53
9	25.11	24.59	25.49	25.80	25.05
10	25.25	25.31	25.18	25.74	25.21
11	25.03	24.77	25.22	24.61	25.23
12	25.40	25.57	25.79	24.60	25.61
13	25.59	24.77	25.62	25.55	25.92
14	25.11	25.48	25.45	25.60	25.16
15	25.28	25.32	25.58	25.45	25.49
16	25.63	24.82	25.80	25.36	25.34
17	26.12	25.49	25.30	24.3	24.90
18	24.94	24.70	25.40	25.70	24.94
19	25.68	25.53	25.15	25.47	25.60
20	25.12	25.63	25.22	25.03	25.33

Tabla 24. Registro de datos del material yeso redimix boquilla 2.

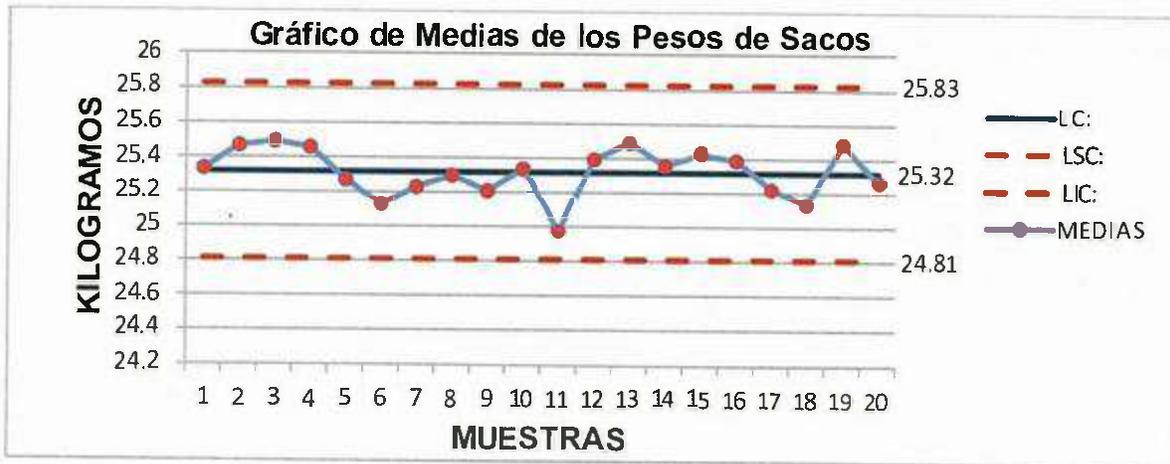


Figura 4.46 Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 2.



Figura 4.47 Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 2.

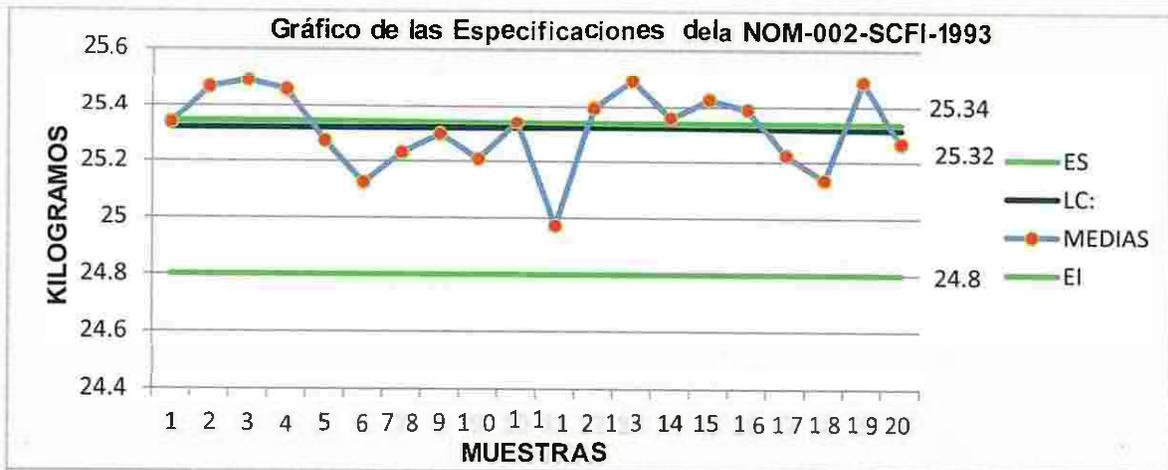


Figura 4.48 Gráfico de tolerancias del material yeso redimix boquilla 2.

CP=0.25

Observaciones: La gráfica x media nos indica que el proceso SI está dentro de los límites de control estadístico calculados, NO así dentro de las tolerancias de la NOM-002-SCFI-1993. La gráfica de la variable R nos indica que el proceso está dentro de control estadístico de procesos.

## Gráficos de tiempos

### Hoja de Registro

Nombre del material: Multibon boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	5.43	5.45	6.16	6.50	5.46
2	5.02	6.49	6.38	6.53	6.22
3	5.31	5.75	7.09	7.71	7.46
4	4.72	5.60	7.16	7.10	5.55
5	5.33	5.88	5.84	5.68	6.61
6	5.06	4.66	6.61	6.23	5.58
7	5.11	5.79	6.41	7.03	5.90
8	4.92	4.62	6.16	6.11	5.50
9	4.99	4.79	5.72	5.97	4.99
10	5.82	5.06	5.32	6.24	5.92
11	5.69	5.5	5.29	6.81	5.49
12	7.52	5.92	5.27	5.84	6.01
13	5.23	7.68	6.47	7.64	5.33
14	5.10	4.74	5.41	7.54	6.99
15	6.06	7.27	6.51	6.20	5.54
16	5.79	6.02	5.37	7.35	5.98
17	5.49	5.04	6.37	6.52	5.32
18	6.42	5.98	5.53	5.24	7.22
19	6.78	6.46	6.45	7.15	5.65
20	6.21	4.49	5.65	6.45	7.78

Tabla 25. Registro de datos del material multibon boquilla1.

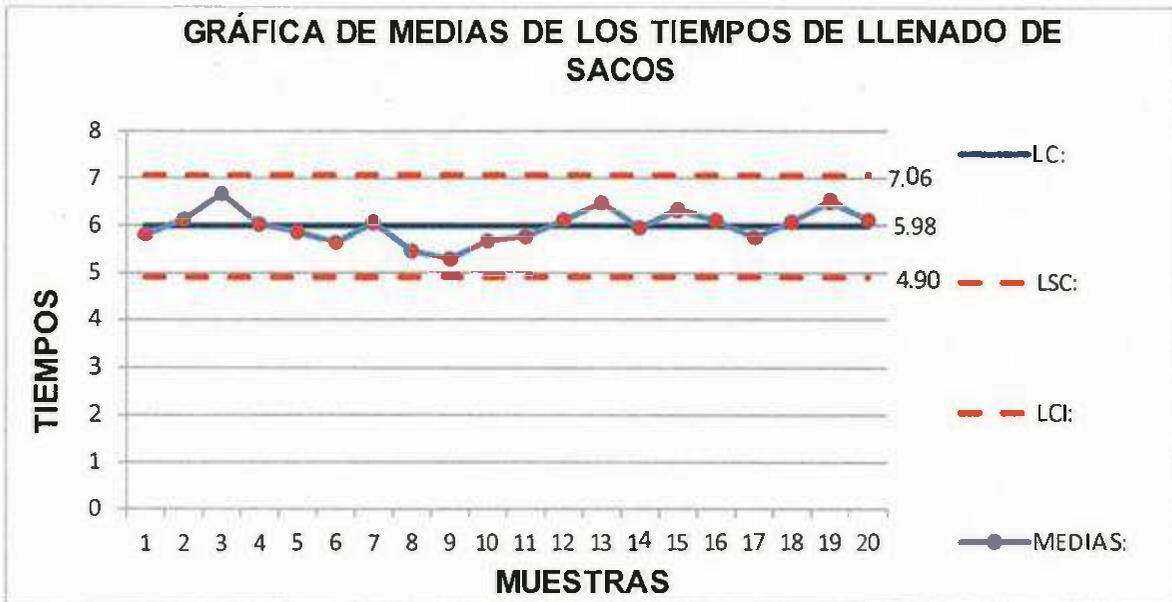


Figura 4.49 Gráfico de medias del material multibon Boquilla 1.



Figura 4.50 Gráfico de rangos del material multibon boquilla 1.

Observaciones: La gráfica de medias nos indica que el proceso está bajo control. Así mismo la de rangos que también se encuentra bajo control, se concluye que en los dos gráficos el proceso se encuentra controlado. La variabilidad está sujeta a que el operador no estaba lo suficientemente atento al momento de llenado.

Nombre del material: Multibon boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	5.05	6.81	7.79	7.97	7.48
2	5.59	8.24	7.16	6.22	8.21
3	5.64	5.79	7.74	9.88	9.15
4	6.69	10.75	9.35	11.01	9.41
5	7.27	7.59	6.29	9.71	8.99
6	9.84	7.59	5.49	8.16	8.48
7	10.37	6.58	6.12	9.03	8.66
8	7.38	7.31	8.56	12.13	8.89
9	6.06	8.5	5.7	7.91	8.92
10	8.16	8.48	6.71	7.51	9.95
11	9.26	6.04	6.38	10.2	8.59
12	8.97	9.42	7.63	8.31	9.23
13	8.31	10.04	6.85	10.58	9.65
14	5.66	9.59	5.06	6.22	6.27
15	8.56	9.49	7.2	7.8	9.29
16	9.16	8.27	9.93	8.58	5.96
17	8.38	9.22	12.25	5.33	9.93
18	7.52	9.79	7.81	5.53	9.66
19	6.77	9.45	9.88	8.38	6.13
20	5.2	8.34	6.18	6.91	7.65

Tabla 26. Registro de datos del material multibon boquilla 2.

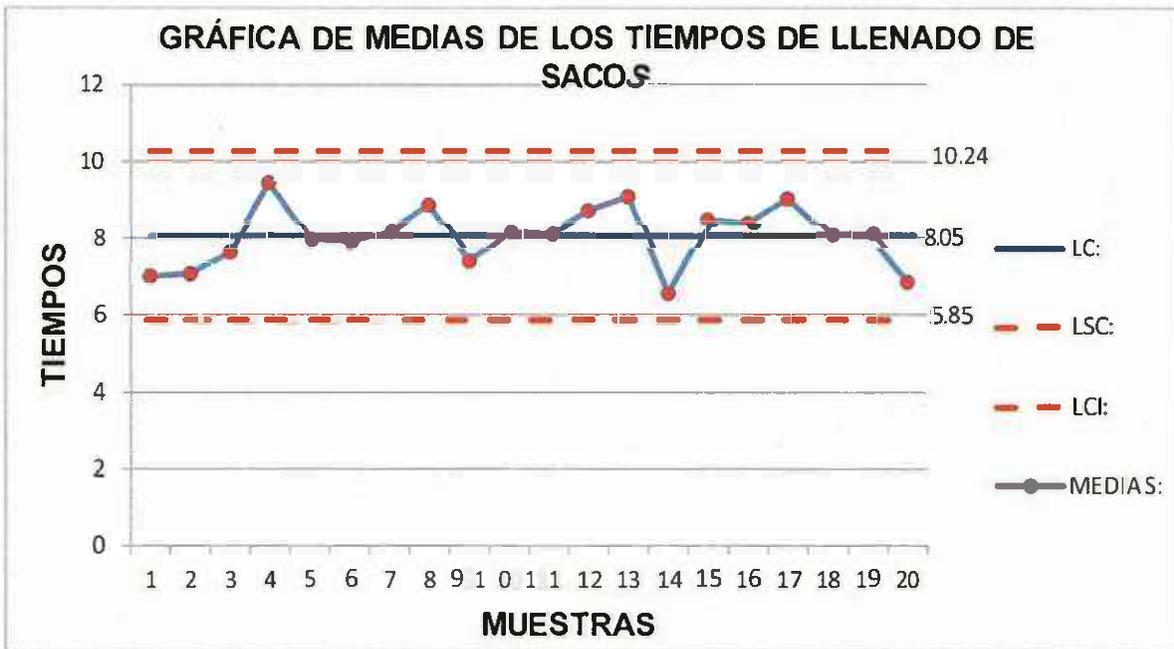


Figura 4.51 Gráfico de medias del material multibon boquilla 2.



4.52 Gráfico de rangos del material multibon boquilla 2.

Observaciones: La gráfica de medias nos indica que el proceso se encuentra controlado, y en la de los rangos se encuentra dentro de control, ya que el operador no perdió tiempo en el acomodo de las bolsas vacías estas se encontraban en el lugar correcto.

Nombre del material: Pisomax gris boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	7.84	6.78	7.14	8.06	8.02
2	8.37	7.70	8.29	7.10	7.85
3	7.65	7.45	12.24	9.16	7.53
4	7.70	6.74	9.81	7.31	7.76
5	7.99	7.13	8.08	8.34	7.02
6	8.06	6.91	8.39	7.9	7.82
7	7.20	7.66	7.17	7.55	6.88
8	7.53	7.88	12.94	7.53	7.83
9	36.13	8.63	9.01	7.49	7.56
10	8.08	9.16	8.58	7.97	7.45
11	7.75	7.84	7.50	7.47	9.31
12	7.18	7.66	7.45	7.74	6.82
13	7.13	7.48	6.92	7.83	7.91
14	11.35	7.95	7.01	7.05	6.80
15	10.18	6.98	8.27	7.88	7.32
16	8.74	7.76	8.53	7.46	7.26
17	7.66	7.33	8.46	7.91	6.53
18	7.06	8.13	7.47	7.68	7.12
19	7.24	7.20	7.67	6.81	8.01
20	7.55	15.4	8.07	7.10	8.31

Tabla 27. Registro de datos del material Pisomax gris boquilla 1.

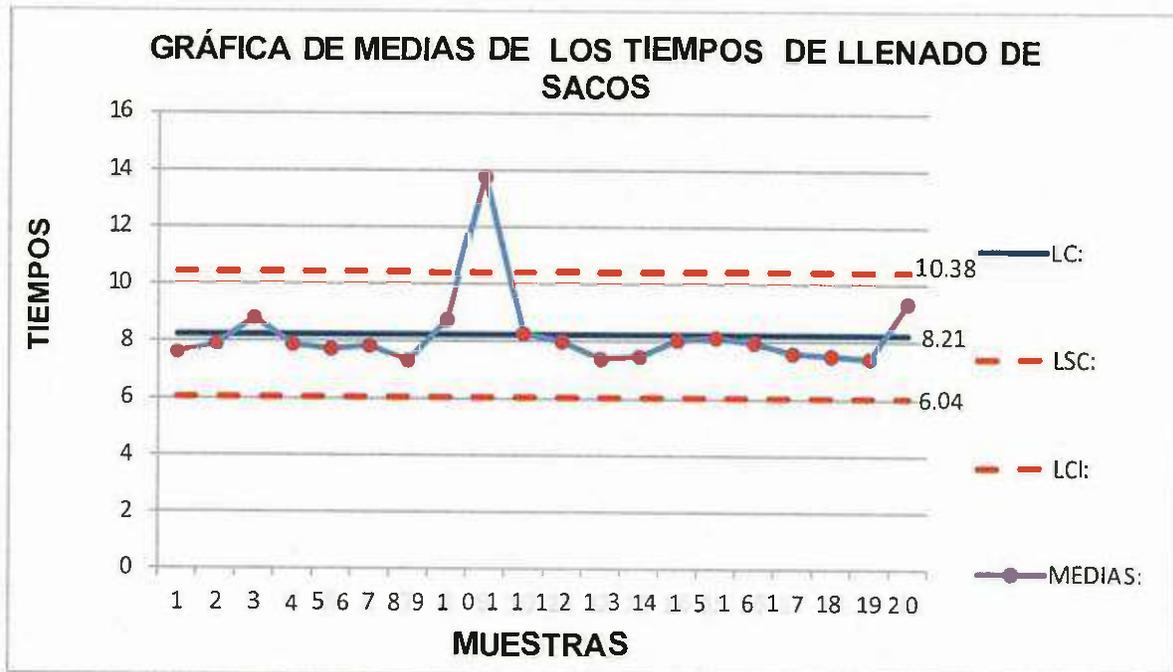


Figura 4.53 Gráfico de medias del material pisomax gris boquilla 1.

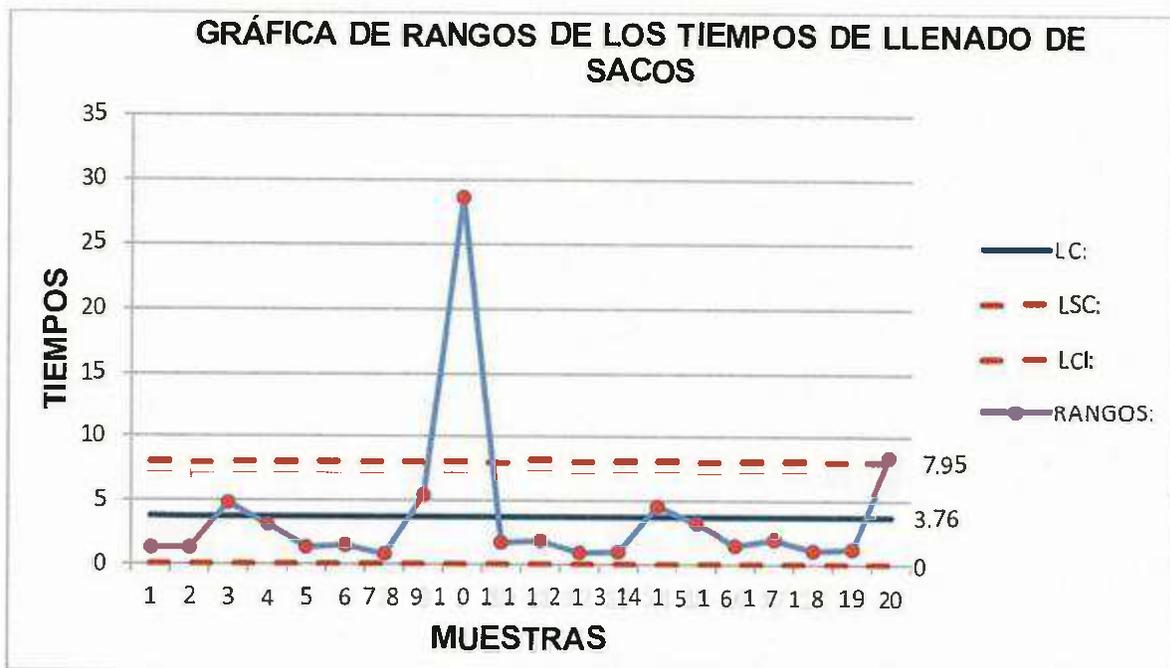


Figura 4.54 Gráfico de rangos del material pisomax gris boquilla 1.

Observaciones: En ambos gráficos el proceso está fuera de control, los tiempos de llenado se disparan por un factor primordial que se da a causa de la pérdida de tiempo del operador al observar la báscula digital para calibrar la ensacadora.

Nombre del material: Pisomax gris boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	7.41	10.02	8.99	8.43	9.63
2	7.50	33.39	7.29	8.92	9.20
3	6.58	7.41	8.05	18.17	8.52
4	15.92	9.50	7.5	10.21	10.09
5	7.85	7.09	8.43	10.39	9.02
6	8.43	7.84	8.88	8.00	20.77
7	9.81	8.97	9.55	7.69	8.24
8	9.36	8.13	6.02	8.83	8.69
9	7.42	32.06	7.31	8.25	45.17
10	8.02	8.88	7.22	8.59	74.84
11	7.96	9.45	8.39	8.68	10.32
12	7.20	8.26	7.40	8.51	8.72
13	21.24	10.36	8.48	8.31	8.09
14	8.34	10.02	9.41	19.22	6.62
15	31.41	68.08	7.85	29.27	9.26
16	7.08	10.57	8.09	6.6	7.70
17	7.88	10.34	7.92	7.52	13.94
18	9.27	9.10	7.59	7.83	18.62
19	20.30	8.07	7.90	17.91	7.61
20	8.43	10.38	8.88	7.55	10.12

Tabla 28. Registro de datos del material pisomax gris boquilla 2.

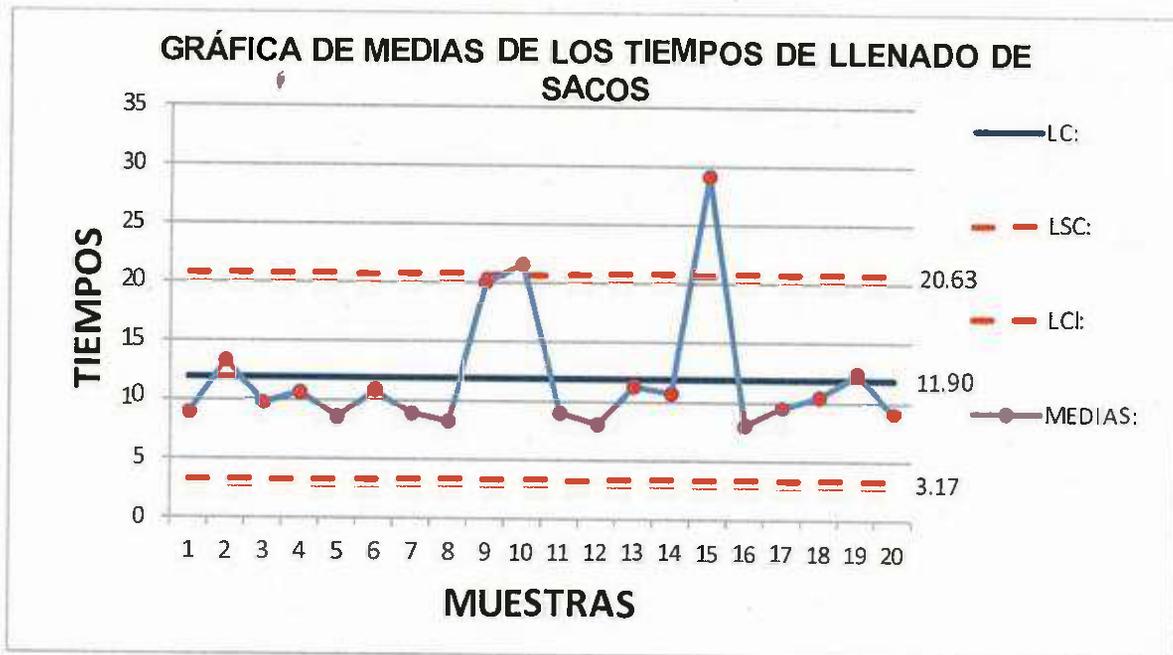


Figura 4.55 Gráfico de medias del material pisomax gris boquilla 2.

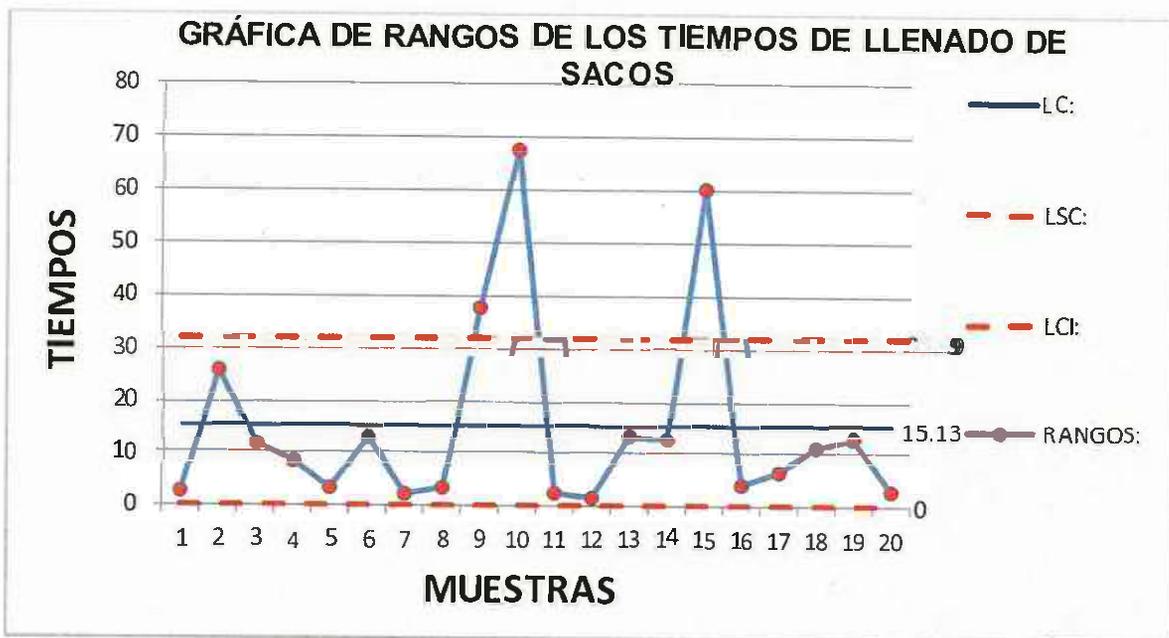


Figura 4.56 Gráfico de rangos del material pisomax gris boquilla 2.

Observaciones: En las gráficas se observa al proceso de llenado de sacos fuera de control, se encuentra así por factores como que el material no se acomoda en el saco por sí mismo.

Nombre del material: Yeso proyectable boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	15.26	12.05	15.23	14.25	19.66
2	14.17	15.25	15.23	16.94	19.78
3	11.88	16.09	15.44	17.88	19.23
4	12.55	11.37	16.59	18.96	13.85
5	12.98	13.48	16.73	18.45	17.94
6	12.36	13.66	15.16	18.85	16.96
7	18.95	13.98	17.66	13.44	15.25
8	17.82	13.23	16.98	23.54	12.08
9	17.34	13.82	15.45	20.46	12.37
10	17.43	14.85	16.56	22.45	13.16
11	18.24	14.37	18.23	18.15	22.14
12	15.66	14.16	22.36	17.06	19.58
13	22.85	14.23	21.45	18.35	19.05
14	21.13	14.31	22.35	18.24	18.15
15	14.16	22.45	17.45	18.85	17.01
16	14.56	20.13	14.84	15.66	17.25
17	14.68	13.82	18.35	17.86	17.06
18	15.02	12.88	18.26	19.45	20.12
19	16.01	14.82	12.06	18.56	20.85
20	16.92	14.52	13.55	18.64	21.13

Tabla 29. Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 1.

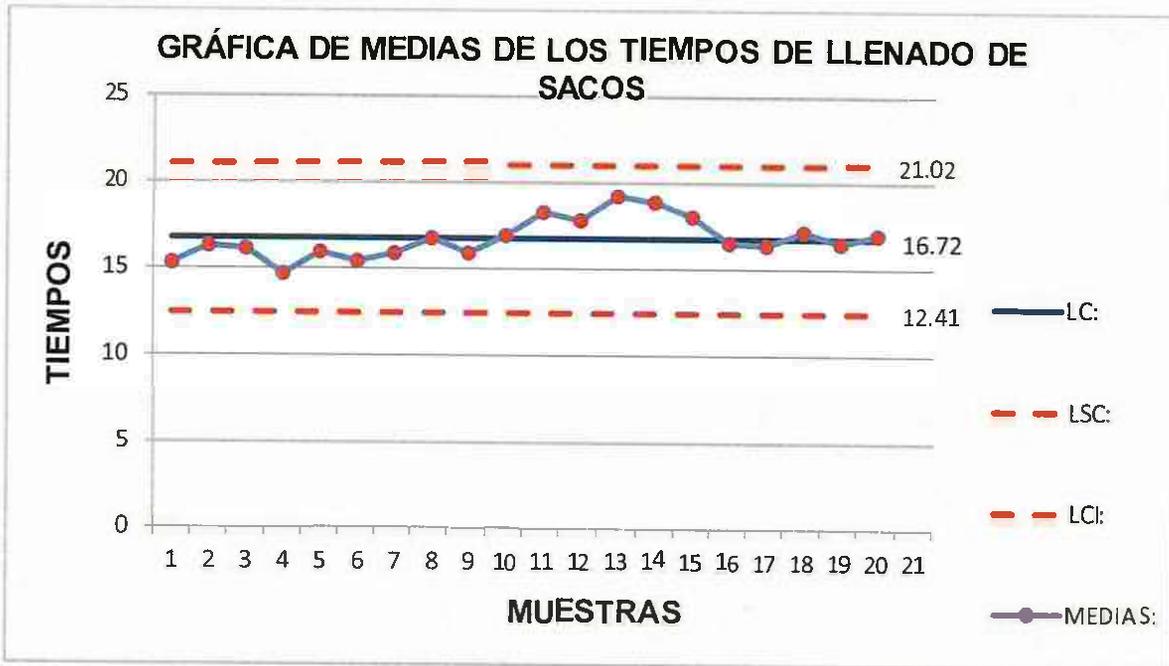


Figura 4.57 Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 1.

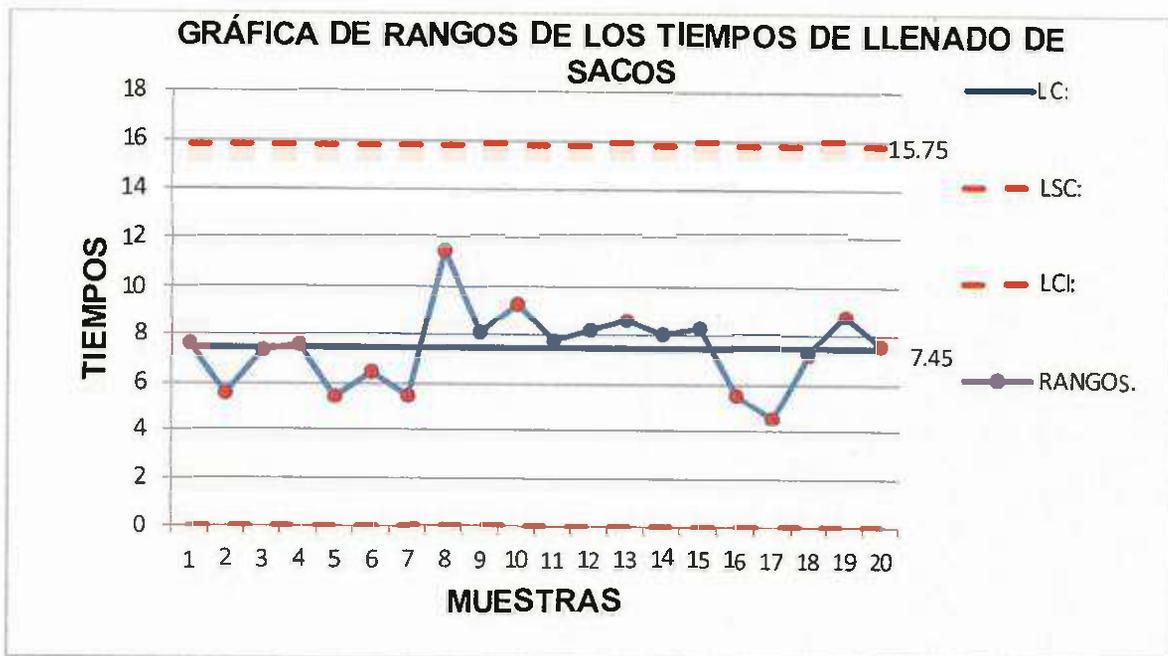


Figura 4.58 Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 1.

Observaciones: se observa el gráfico del proceso de llenado de sacos dentro de control estadístico, ya que el operador no tuvo ningún problema y siempre estuvo pendiente del llenado.

Nombre del material: Yeso proyectable boquilla 2.			Planta: YINSA		
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.			Departamento: Premezclas		
Unidad de medición: segundos			Registrado por: Gamaliel		
Fecha: 11 de Febrero del 2015			Hora: 9:10 AM		
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	15.45	20.83	12.99	11.99	20.11
2	15.66	15.84	13.45	11.32	16.13
3	17.88	15.56	13.87	13.45	16.35
4	17.95	15.89	13.25	12.93	17.89
5	17.30	15.20	13.61	12.05	15.35
6	18.85	15.68	14.16	13.09	17.81
7	18.56	13.66	15.62	13.54	17.36
8	18.41	13.45	13.23	13.91	18.95
9	19.54	13.28	14.16	12.84	14.12
10	12.32	15.16	14.56	13.92	13.99
11	13.42	14.98	14.59	15.92	13.55
12	13.26	15.03	13.01	15.05	13.41
13	13.45	14.99	13.22	15.16	13.23
14	13.95	13.65	16.32	15.14	15.66
15	14.16	18.54	16.89	15.32	15.72
16	15.26	17.24	16.45	14.12	15.62
17	15.63	16.32	17.03	14.35	13.16
18	15.89	16.84	17.82	14.98	15.26
19	13.11	17.45	14.56	15.66	18.95
20	12.98	13.56	14.98	19.25	19.23

Tabla 30. Registro de datos del material yeso proyectable boquilla 2.

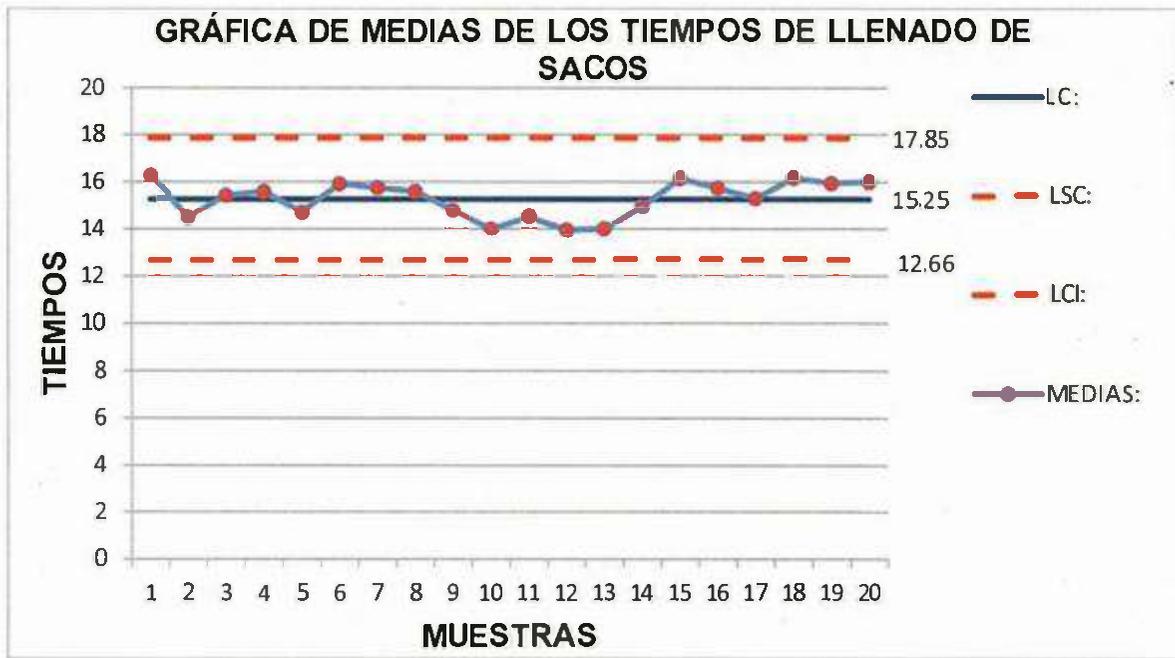


Figura 4.59 Gráfico de medias del material yeso proyectable boquilla 2.

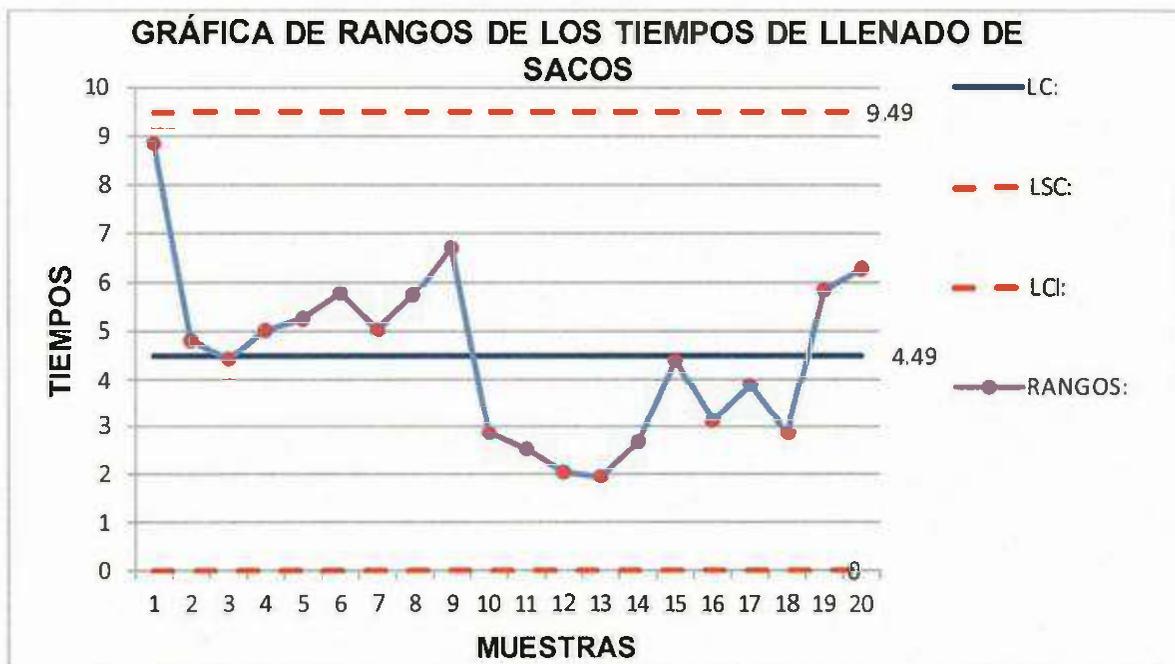


Figura 4.60 Gráfico de rangos del material yeso proyectable boquilla 2.

Observaciones: En la gráfica de medias, el proceso está dentro de control así mismo; en gráfica de los rangos está dentro de control estadístico por motivos de que el operador dedico su tiempo al llenado constante, no perdió tiempo en otra actividades, además no hubo factores alternos de variabilidad que influyeran en el llenado.

Nombre del material: Mortero de pegue boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	18.34	11.99	12.10	14.41	12.91
2	17.06	17.50	13.13	15.62	10.81
3	21.02	16.84	17.18	10.96	10.88
4	20.42	16.73	12.15	13.20	9.99
5	16.34	16.76	11.55	13.63	11.47
6	14.88	15.66	11.83	13.41	13.09
7	15.97	15.36	12.67	15.05	14.59
8	17.70	14.81	12.85	16.27	13.44
9	16.25	24.06	12.80	14.16	10.77
10	15.72	12.09	12.48	10.91	11.63
11	22.37	15.25	14.16	10.95	11.31
12	14.66	17.48	15.81	12.22	12.07
13	13.76	17.41	12.31	11.47	12.78
14	16.24	13.44	17.06	10.87	12.82
15	19.56	16.57	12.31	15.77	11.88
16	15.29	12.33	13.12	16.21	19.89
17	17.24	12.81	12.2	10.63	13.95
18	14.16	14.48	12.34	13.02	17.49
19	11.94	12.91	16.76	12.69	12.79
20	14.91	16.38	15.08	15.48	15.20

Tabla 31. Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 1.

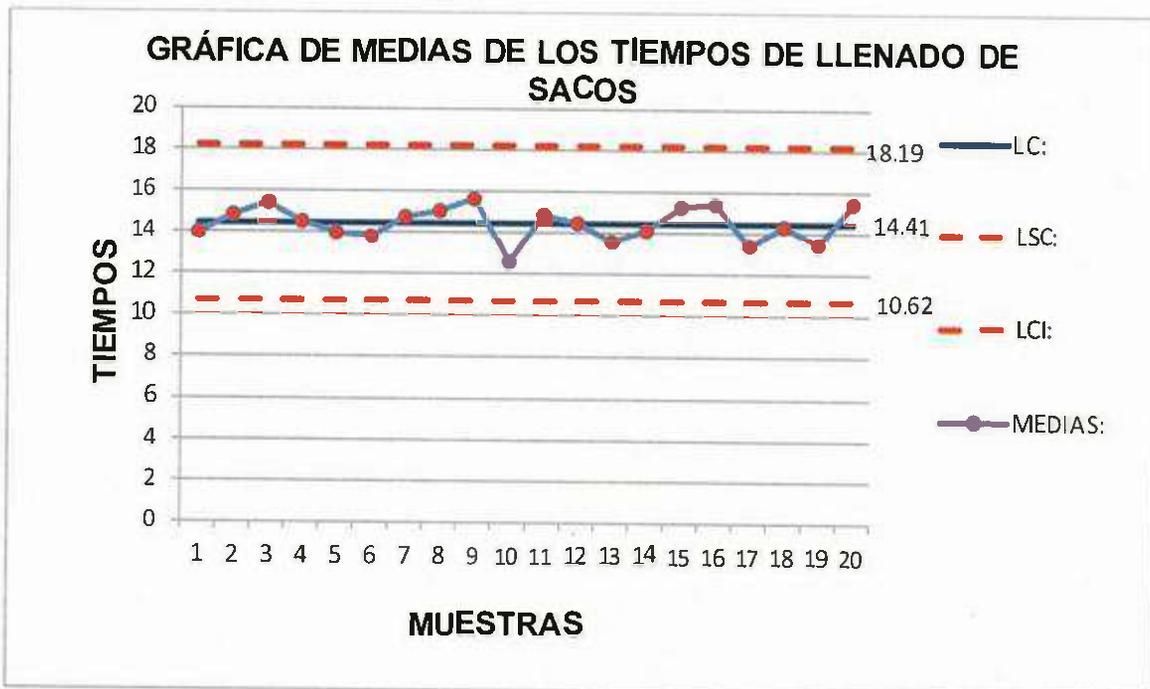


Figura 4.61 Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 1.

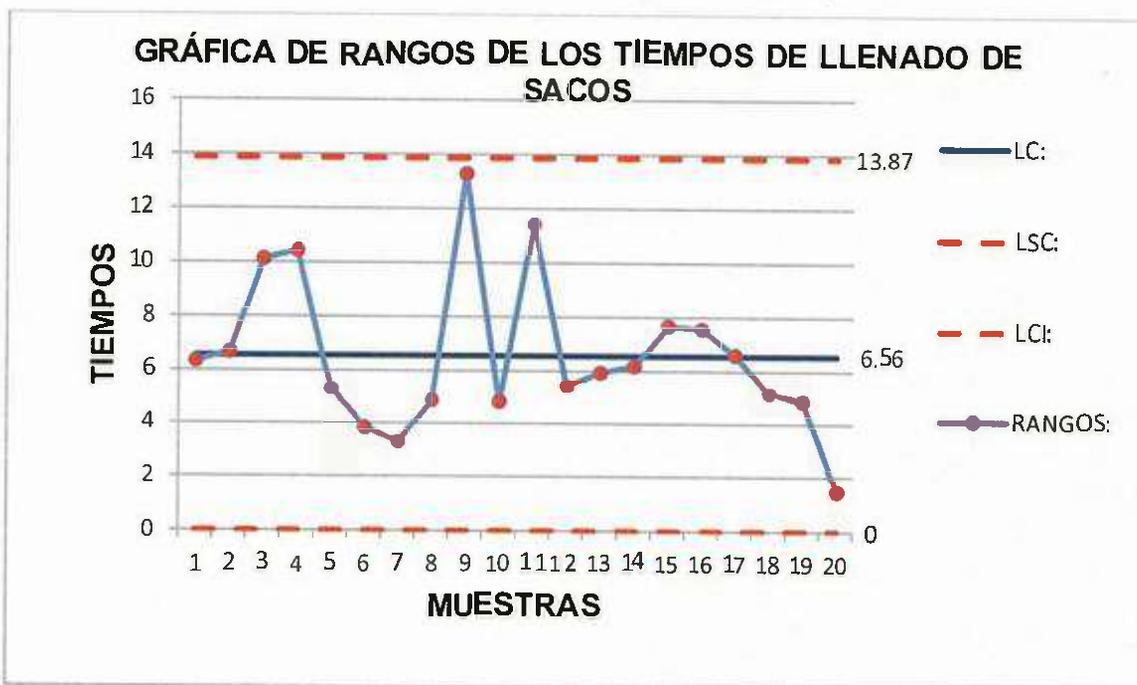


Figura 4.62 Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 1.

Observaciones: En el gráfico de medias el proceso está bajo control, en el gráfico de rangos se encuentra bajo control. En este producto el operador estuvo en trabajo constante en el llenado de sacos.

Nombre del material: Mortero de pegue boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	14..16	19.23	13.69	16.89	13.28
2	13.92	23.05	19.76	13.88	13.49
3	15.43	41.91	16.12	17.88	16.27
4	16.55	16.13	15.66	14.18	17.01
5	19.77	19.16	18.26	18.15	14.66
6	20.06	22.38	14.77	12.78	15.16
7	20.74	15.89	13.90	17.02	16.95
8	18.31	17.66	13.48	12.21	15.01
9	14.09	18.19	13.16	17.35	18.70
10	13.85	20.25	16.69	15.19	16.13
11	13.37	15.27	16.70	15.41	18.32
12	13.24	16.14	16.35	13.86	15.02
13	18.49	15.78	12.66	15.13	20.49
14	14.04	15.41	12.56	12.63	16.59
15	38.26	14.59	13.28	12.10	20.89
16	19.36	15.33	12.66	15.88	16.07
17	17.54	14.63	13.20	15.30	12.68
18	19.11	18.20	31.28	14.49	13.92
19	22.84	16.24	12.40	12.09	14.79
20	27.10	18.84	15.98	13.26	14.89

Tabla 32. Registro de datos del material mortero de pegue boquilla 2.

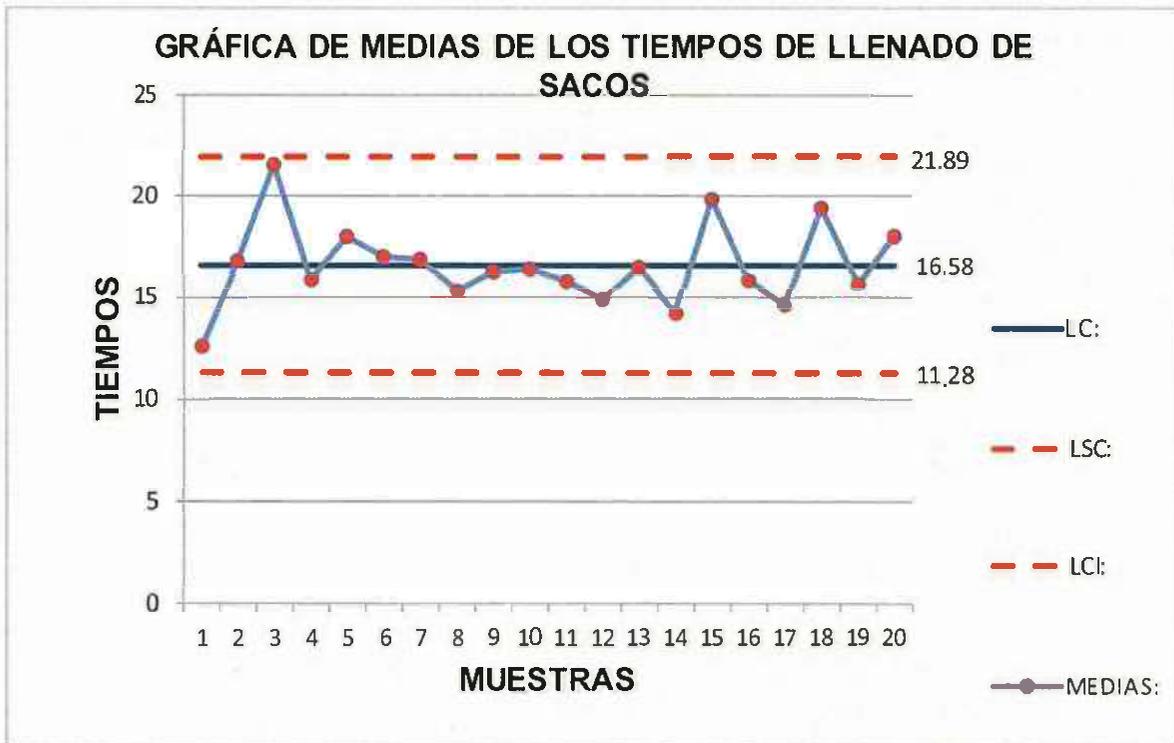


Figura 4.63 Gráfico de medias del material mortero de pegue boquilla 2.

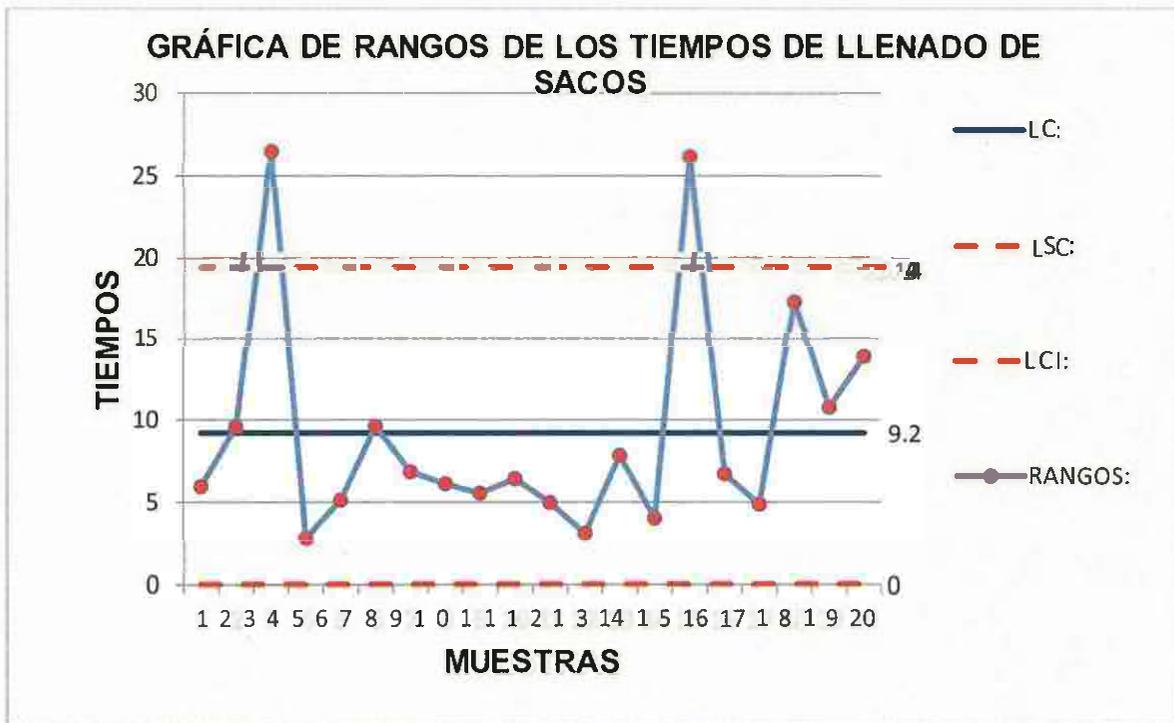


Figura 4.64 Gráfico de rangos del material mortero de pegue boquilla 2.

Observaciones: En la gráfica de promedios el proceso está dentro de control, en la gráfica de rangos el proceso está fuera de control, aquí el operador tuvo pérdida de tiempo y trabajo tales como la de ir al baño, tomar agua, entre otras.

Nombre del material: Mortero proyectable boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	9.87	8.30	11.13	11.36	8.49
2	10.93	8.21	11.22	10.74	12.20
3	11.34	8.60	9.24	8.88	14.93
4	12.43	10.46	10.65	12.69	9.68
5	10.38	9.50	11.65	11.1	12.08
6	10.70	12.72	9.99	10.66	18.14
7	10.45	11.58	10.37	10.92	11.65
8	15.62	9.32	9.63	10.48	10.23
9	8.02	8.84	9.89	11.35	9.94
10	8.51	12.82	10.25	10.71	9.67
11	8.31	10.59	11.79	10.19	10.16
12	8.49	11.80	11.77	10.99	9.45
13	8.93	13.08	11.99	9.13	14.64
14	11.51	10.51	11.46	9.02	11.05
15	11.63	9.09	9.61	10.21	11.32
16	11.66	8.91	10.65	11.64	8.68
17	12.72	10.56	11.26	11.14	13.21
18	13.24	10.05	7.49	9.24	10.70
19	13.32	9.88	9.50	9.14	10.80
20	12.10	13.15	8.77	9.13	10.85

Tabla 33. Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 1.

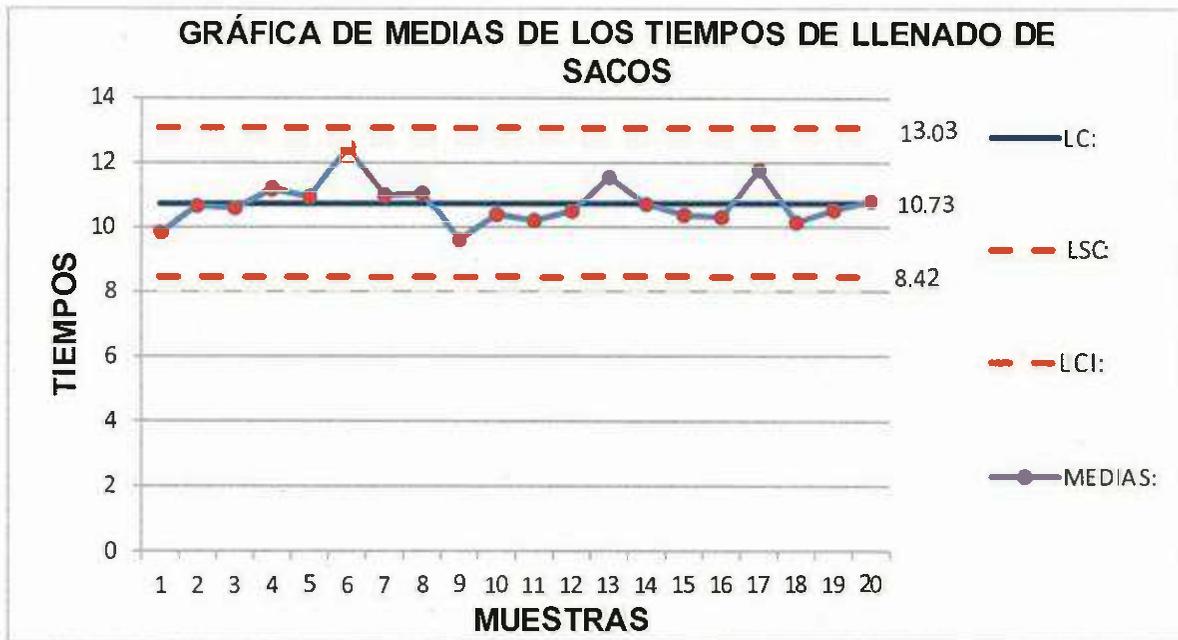


Figura 4.65 Gráfico de medias del material mortero proyectable boquilla 1.



Figura 4.66 Gráfico de rangos del material mortero proyectable boquilla 1.

Observaciones: En el gráfico de medias el proceso está dentro de control según las especificaciones ninguna de las medias se encuentran fuera de los límites de control. En la gráfica de rangos se encuentra controlado el proceso. El operador no tuvo ningún problema en el llenado.

Nombre del material: Mortero proyectable boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	6.48	6.57	6.65	9.07	10.83
2	9.87	6.55	6.14	7.68	9.06
3	9.97	18.28	6.86	6.97	8.94
4	9.055	6.37	7.38	6.98	10.35
5	8.46	6.69	7.19	8.73	7.92
6	9.31	7.08	7.25	9.64	6.17
7	8.24	6.76	7.48	6.55	7.10
8	8.65	7.60	8.63	12.54	10.26
9	6.83	6.50	8.45	7.68	7.80
10	13.8	7.33	9.76	6.24	6.06
11	6.32	6.53	9.53	11.19	7.11
12	8.38	7.33	7.66	9.93	8.19
13	7.37	6.96	7.55	9.97	7.46
14	6.47	9.56	7.08	9.37	8.66
15	7.36	8.71	6.90	7.61	9.70
16	9.63	9.40	7.95	6.16	6.42
17	8.88	7.11	7.11	10.83	7.8
18	8.81	9.99	7.61	9.01	8.25
19	8.62	6.08	6.97	9.94	8.61
20	9.56	10.50	7.08	8.26	9.29

Tabla 34. Registro de datos del material mortero proyectable fino boquilla 2.

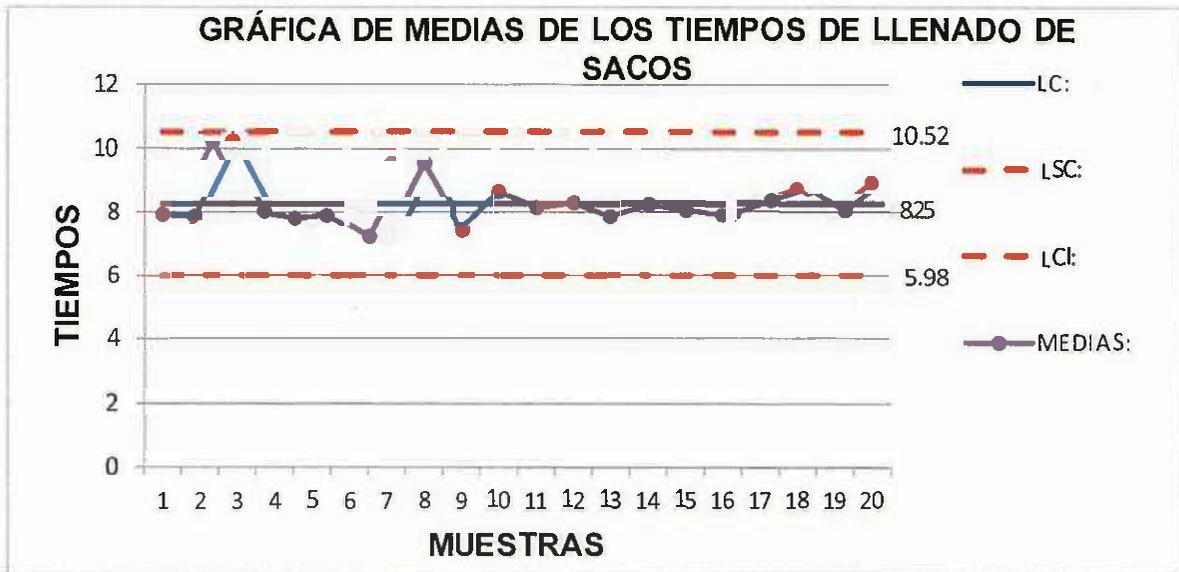


Figura 4.67 Gráfico de medias del material mortero proyectable boquilla 2.

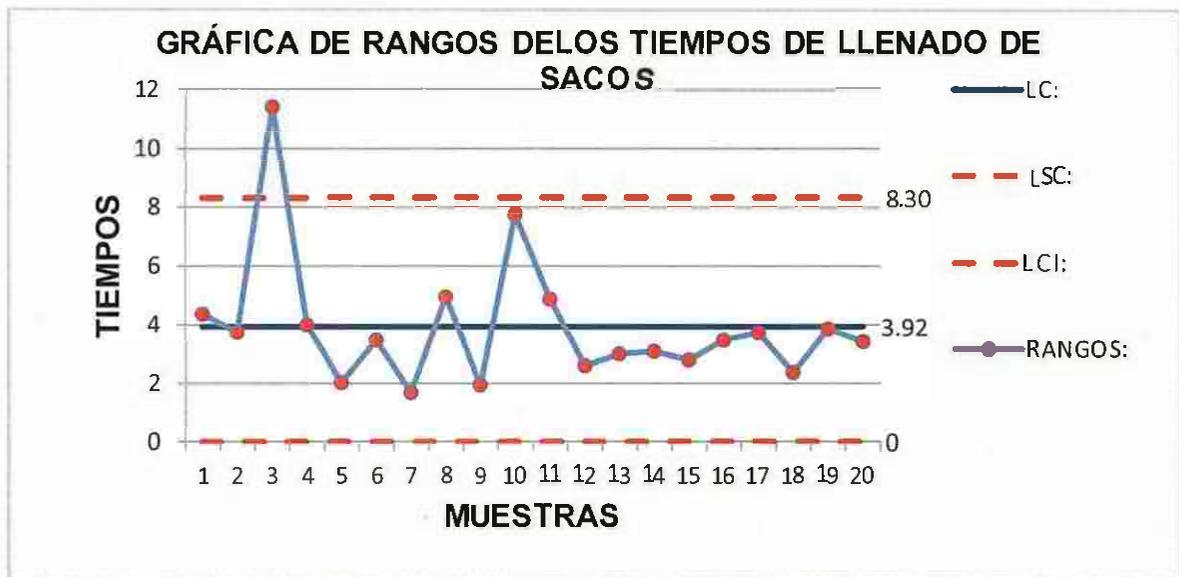


Figura 4.68 Gráfico de rangos del material mortero proyectable boquilla 2.

Observaciones: En la gráfica de las medias el proceso está dentro de control ya que los puntos están dentro. En la gráfica de rangos se observa las diferencias en las mediciones por la variabilidad en los tiempos.

Nombre del material: Mortero para enjarre manual grueso boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	9.15	8.27	7.05	9.65	8.61
2	8.98	7.75	9.01	8.37	10.76
3	8.61	8.08	9.1	7.60	9.83
4	8.80	9.38	6.53	9.68	9.66
5	7.76	8.32	7.55	9.23	8.48
6	7.42	8.11	7.77	8.78	9.17
7	6.05	8.15	8.81	6.00	8.98
8	8.40	8.75	10.57	8.42	8.90
9	9.38	8.64	8.72	8.22	8.42
10	7.94	9.41	7.63	8.41	8.24
11	7.07	9.15	6.63	8.3	8.15
12	7.41	8.43	7.08	6.95	9.34
13	6.53	7.84	8.11	7.66	8.61
14	7.47	8.50	10.11	8.91	7.25
15	8.70	8.03	7.51	8.56	8.49
16	10.07	9.69	6.67	8.06	9.25
17	9.72	9.22	7.68	7.92	8.99
18	8.01	8.75	7.13	6.22	8.11
19	7.67	9.36	7.58	9.69	8.75
20	9.02	7.22	8.11	7.30	8.70

Tabla 35. Registro de datos del material mortero de para enjarre manual grueso boquilla 1.

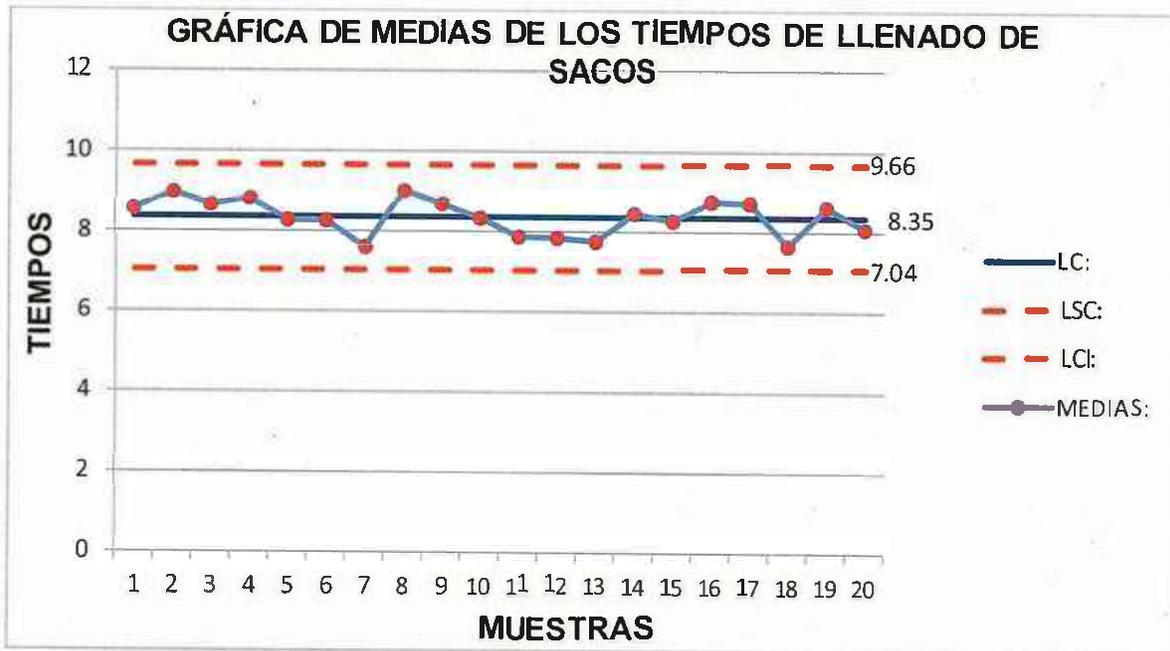


Figura 4.69 Gráfico de medias del material mortero para enjarre boquilla 1.

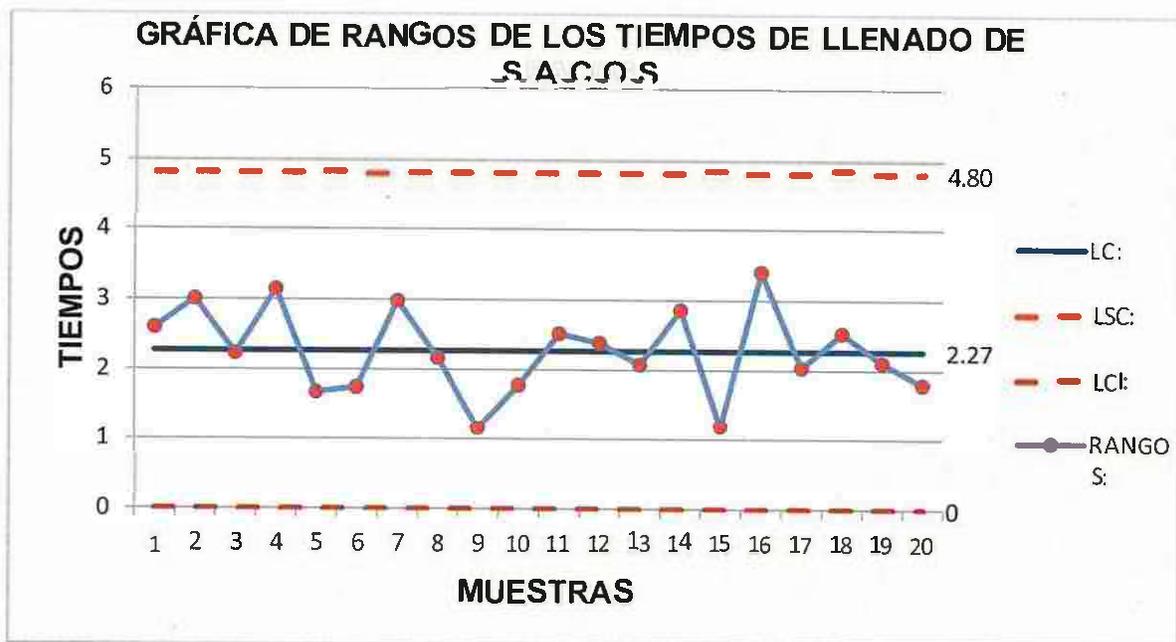


Figura 4.70 Gráfico de rangos del material mortero para enjarre boquilla 1.

Observaciones: Tanto en la gráfica de las medias como en la de rango se encuentra el proceso controlado ningún tiempo está fuera de las especificaciones existen variabilidad por el tipo de material de llenado. En este llenado el operador cumplió al pie de la letra el proceso de llenado.

Nombre del material: Mortero para enjarre manual grueso boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	11.79	11.20	11.84	9.34	10.44
2	13.41	9.71	12.80	11.66	12.63
3	13.23	12.69	9.23	11.37	11.59
4	10.33	11.95	10.66	13.66	10.39
5	10.31	10.65	11.58	9.47	12.06
6	11.13	10.98	10.52	11.84	11.68
7	8.45	8.29	13.05	10.66	10.03
8	9.51	9.19	10.34	11.68	10.32
9	12.06	9.69	11.11	13.45	12.31
10	11.13	9.30	9.68	11.25	10.90
11	14.23	12.63	12.49	9.81	9.08
12	10.21	9.22	13.09	10.07	12.31
13	9.74	12.23	9.63	9.27	12.26
14	20.13	9.91	11.53	9.11	9.88
15	9.52	9.28	11.62	10.66	11.70
16	9.41	10.61	11.39	10.55	13.43
17	10.16	10.62	9.68	9.58	11.28
18	10.88	11.49	8.79	9.85	9.64
19	10.56	12.11	11.26	9.60	12.00
20	14.13	11.42	11.12	12.43	12.52

Tabla 36. Registro de datos del material mortero de para enjarre manual grueso boquilla 2.

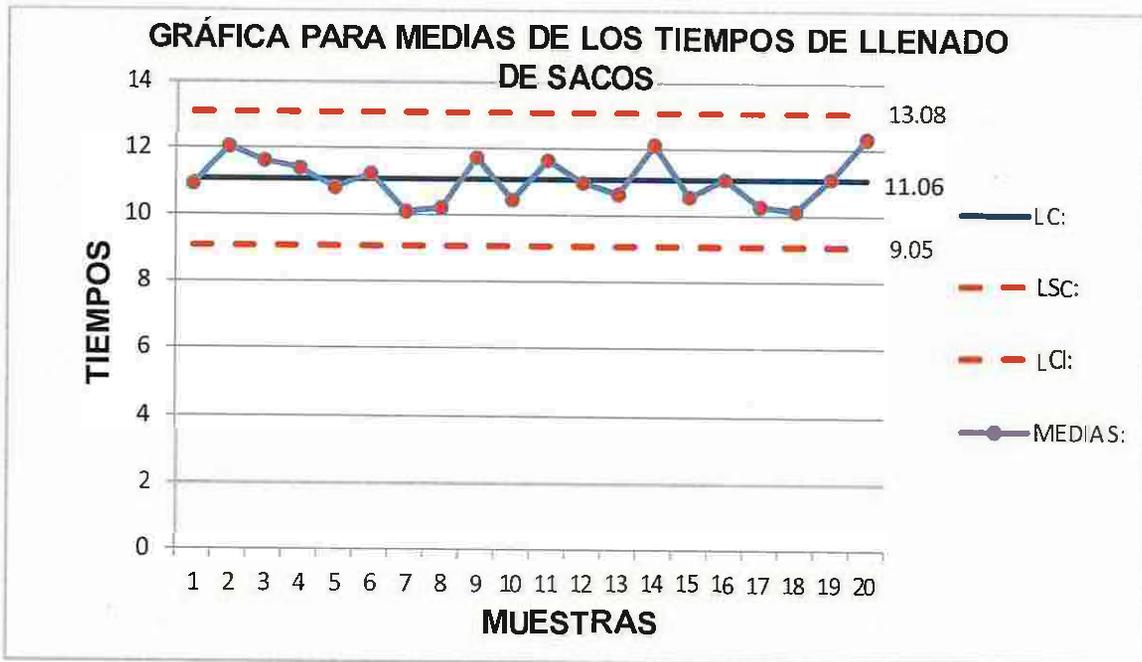


Figura 4.71 Gráfico de medias del material mortero para enjarre boquilla 2.

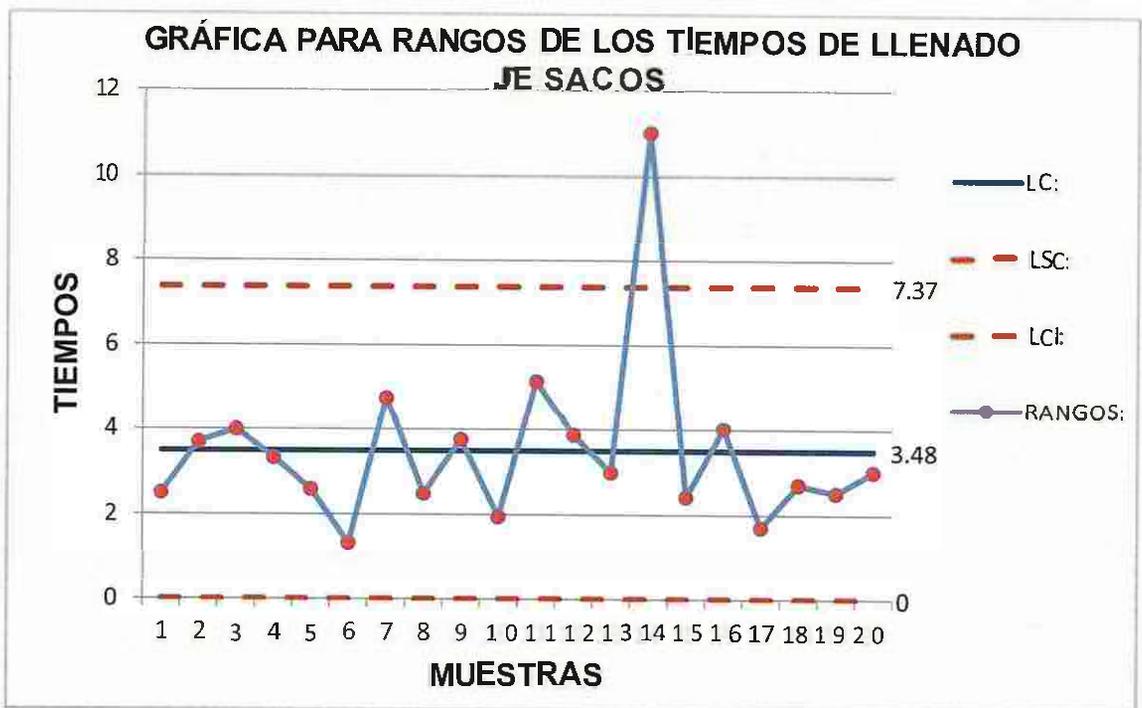


Figura 4.72 Gráfico de rangos del material mortero para enjarre boquilla 2.

Observaciones: La gráfica de medias nos muestra que los tiempos están en control estadístico, es decir; los tiempos están dentro de los límites establecidos. En la gráfica de los rangos el proceso está fuera de control, es decir; uno de los promedios de los rangos de tiempos está fuera de las especificaciones.

Nombre del material: Yeso Redimix boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	11.79	11.2	11.84	9.34	10.44
2	13.41	9.71	12.8	11.66	12.63
3	13.23	12.69	9.23	11.37	11.59
4	10.33	11.95	10.66	13.66	10.39
5	10.31	10.65	11.58	9.47	12.06
6	11.13	10.98	10.52	11.84	11.68
7	8.45	8.29	13.05	10.66	10.03
8	9.51	9.19	10.34	11.68	10.32
9	12.06	9.69	11.11	13.45	12.31
10	11.13	9.3	9.68	11.25	10.9
11	14.23	12.63	12.49	9.81	9.08
12	10.21	9.22	13.09	10.07	12.31
13	9.74	12.23	9.63	9.27	12.26
14	20.13	9.91	11.53	9.11	9.88
15	9.52	9.28	11.62	10.66	11.7
16	9.41	10.61	11.39	10.55	13.43
17	10.16	10.62	9.68	9.58	11.28
18	10.88	11.49	8.79	9.85	9.64
19	10.56	12.11	11.26	9.60	12.00
20	14.13	11.42	11.12	12.43	12.52

Tabla 37. Registro de datos del material yeso redimix boquilla 1.

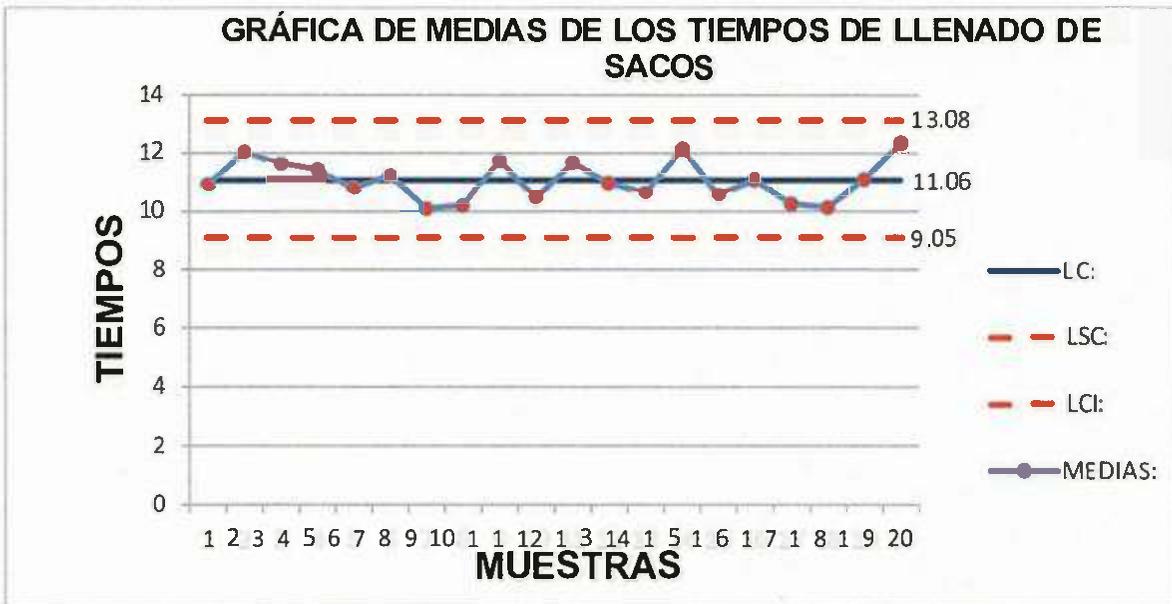


Figura 4.73 Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 1.



Figura 4.74 Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 1.

Observaciones: En la gráfica de medias el proceso está dentro de control, en la gráfica de rangos se encuentra fuera de control esto es indicativo de la diferencia en los rangos y la alta variabilidad.

Nombre del material: Yeso Redimix boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	23.34	87.27	25.06	19.5	23.66
2	28.58	18.90	14.63	18.81	19.03
3	22.72	30.99	28.88	20.45	22.3
4	29.21	41.03	30.07	20.7	22.88
5	42.30	38.56	45.06	26.43	18.87
6	28.38	14.48	25.71	23.31	17.92
7	29.04	21.13	28.63	28.31	18.04
8	22.30	16.17	20.09	27.29	24.88
9	17.43	16.57	24.59	21.84	29.47
10	20.98	23.09	29.99	20.99	41.23
11	23.4	31.13	24.45	27.71	47.49
12	19.42	24.8	30.32	24.03	49.91
13	19.84	16.27	21.06	30.40	37.66
14	31.03	15.71	27.60	24.74	30.41
15	28.41	22.49	34.47	22.35	23.65
16	22.41	19.27	37.35	19.38	20.28
17	21.81	29.74	27.21	28.81	23.18
18	31.79	19.55	27.59	36.13	23.08
19	35.80	23.13	31.71	34.42	22.59
20	32.32	25.81	29.38	28.63	19.08

Tabla 38. Registro de datos del material yeso redimix boquilla 2.

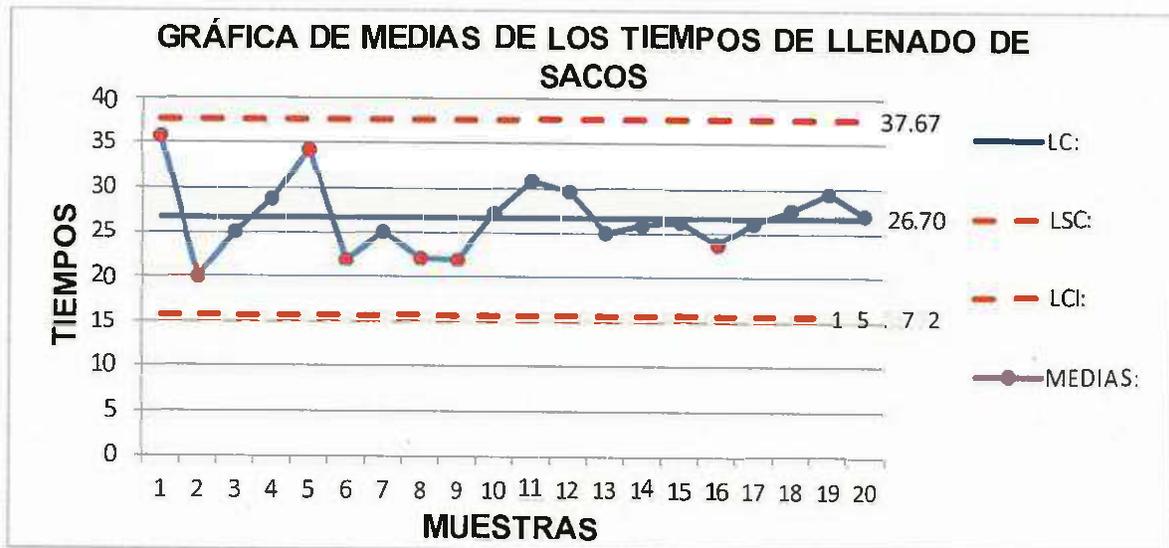


Figura 4.75 Gráfico de medias del material yeso redimix boquilla 2.

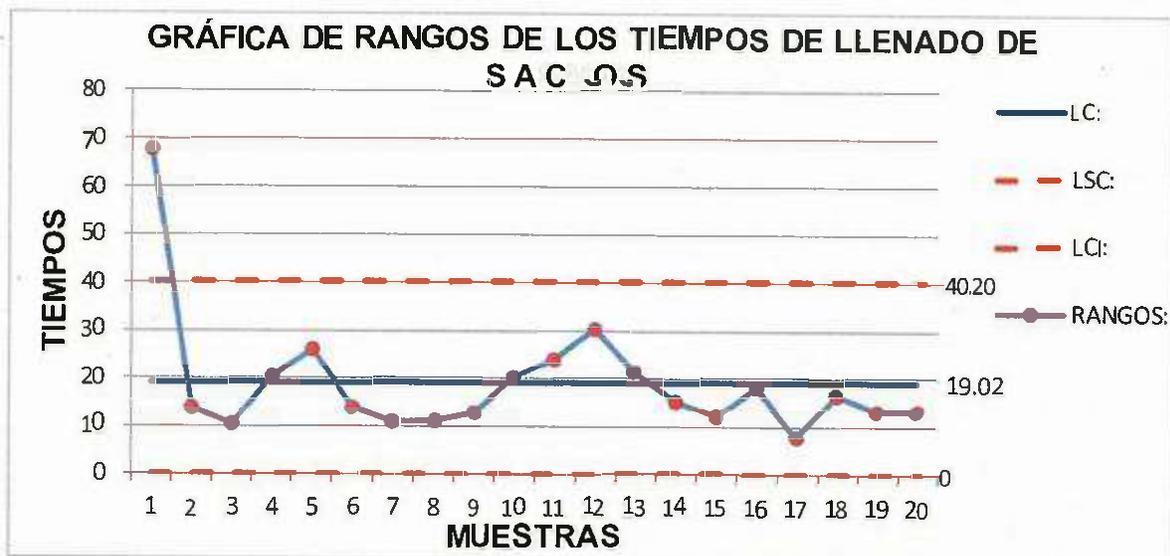


Figura 4.76 Gráfico de rangos del material yeso redimix boquilla 2.

Observaciones: En el gráfica de promedios el proceso está bajo control ya que los tiempos están bajo los límites establecidos, en la de rango es todo lo contrario, no está bajo control ya que se rebasan los límites establecidos. El operador tuvo problemas con las boquillas de llenado, el flujo de material no era el adecuado.

Nombre del material: Repello Interior boquilla 1.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	19.69	15.03	11.87	24.75	17.97
2	22.07	15.92	19.14	18.71	17.93
3	17.99	18.05	14.11	16.17	16.61
4	20.05	35.85	18.91	36.01	22.05
5	18.93	23.25	15.83	38.22	18.21
6	21.05	25.43	15.59	15.68	16.53
7	29.27	29.85	15.11	18.90	28.65
8	18.38	13.03	23.31	14.23	18.29
9	28.65	14.59	18.72	26.14	24.97
10	33.51	20.78	19.27	17.85	19.03
11	27.81	21.92	22.11	23.23	21.93
12	32.3	23.53	26.45	19.61	18.85
13	22.51	20.44	19.85	16.38	20.31
14	32.14	16.39	15.75	20.81	17.77
15	32.15	16.67	18.29	18.27	20.44
16	25.43	18.63	18.97	21.19	26.97
17	31.53	14.89	23.45	20.55	24.44
18	13.81	22.7	17.93	18.47	19.31
19	23.91	24.34	24.67	17.09	20.89
20	20.31	14.06	19.47	26.55	38.27

Tabla 39. Registro de datos del material repello interior boquilla 1.

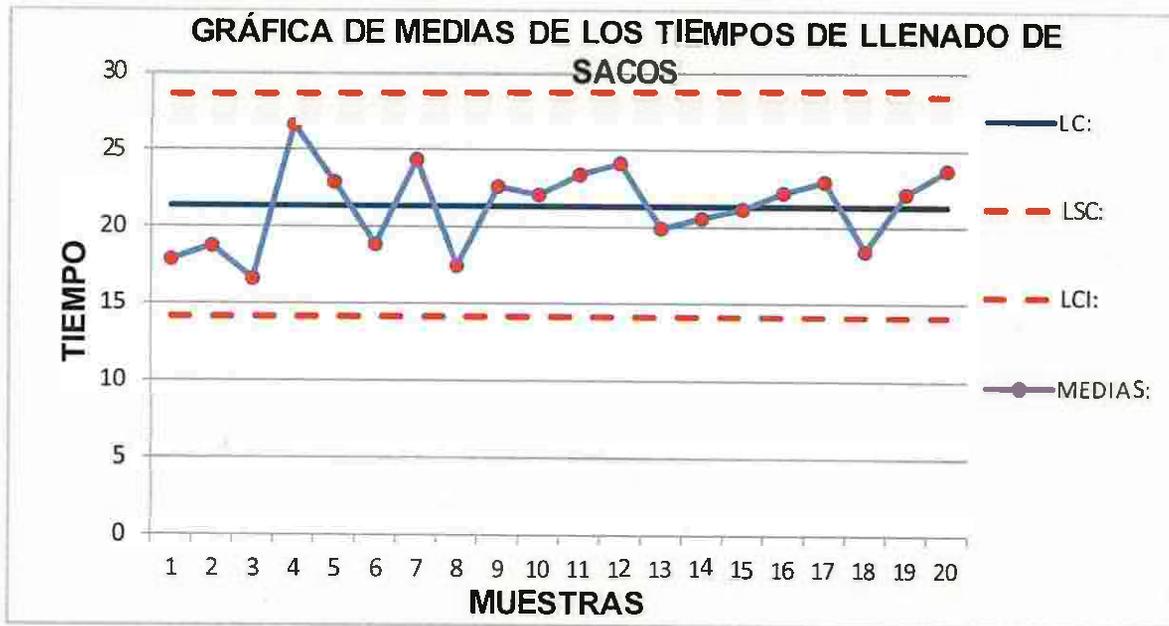


Figura 4.77 Gráfico de medias del material repello interior boquilla 1.

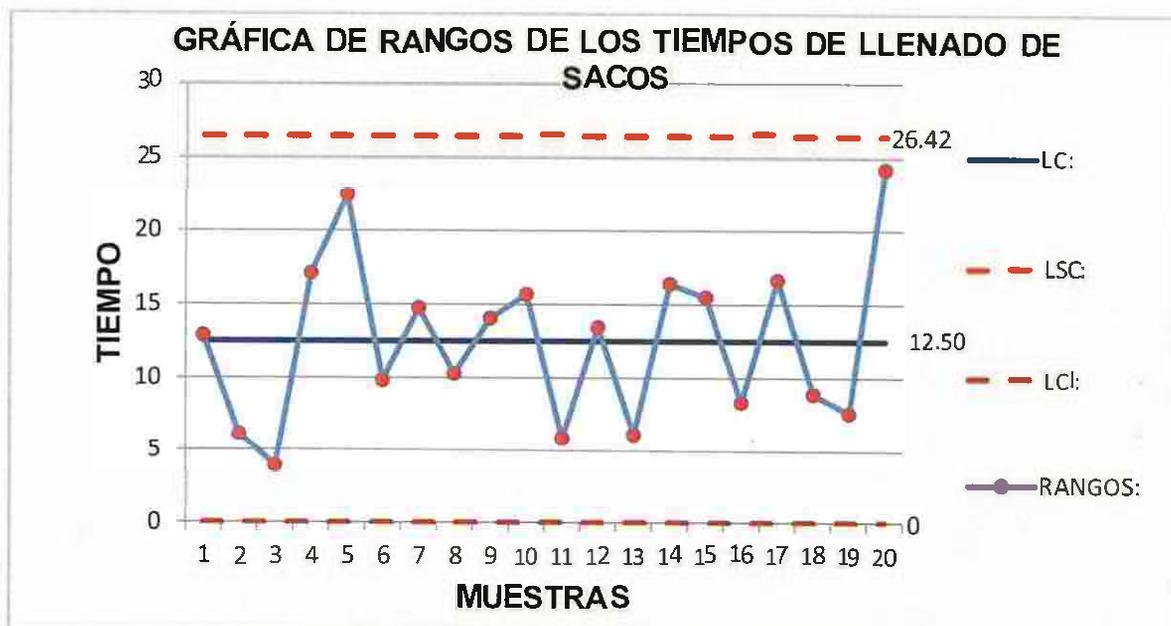
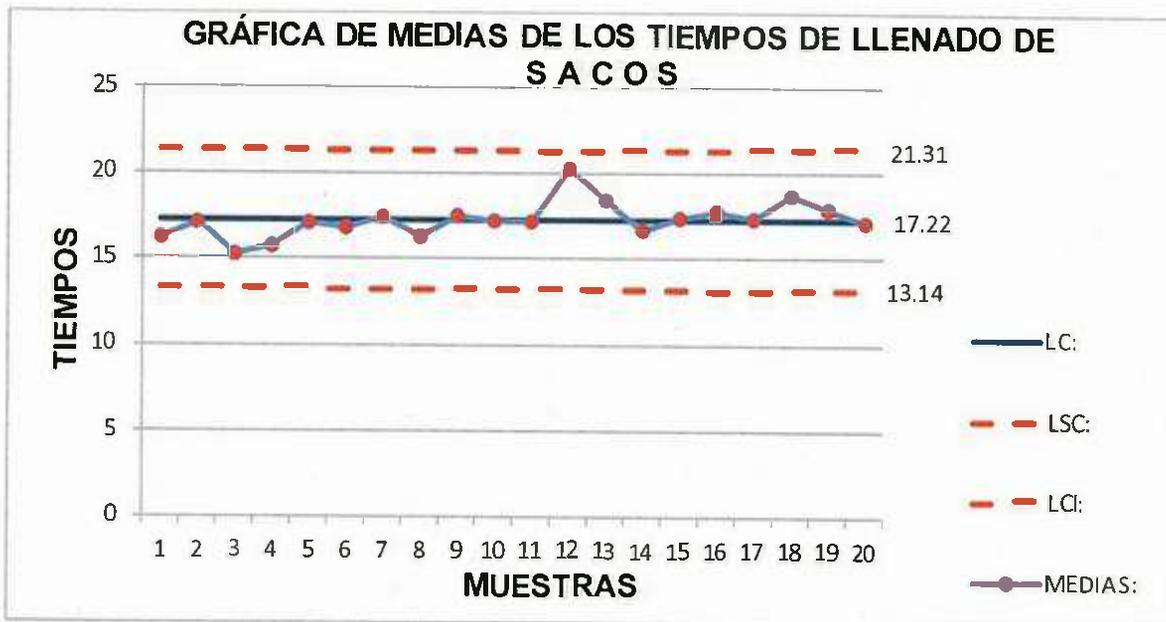


Figura 4.78 Gráfico de rangos del material repello interior boquilla 1.

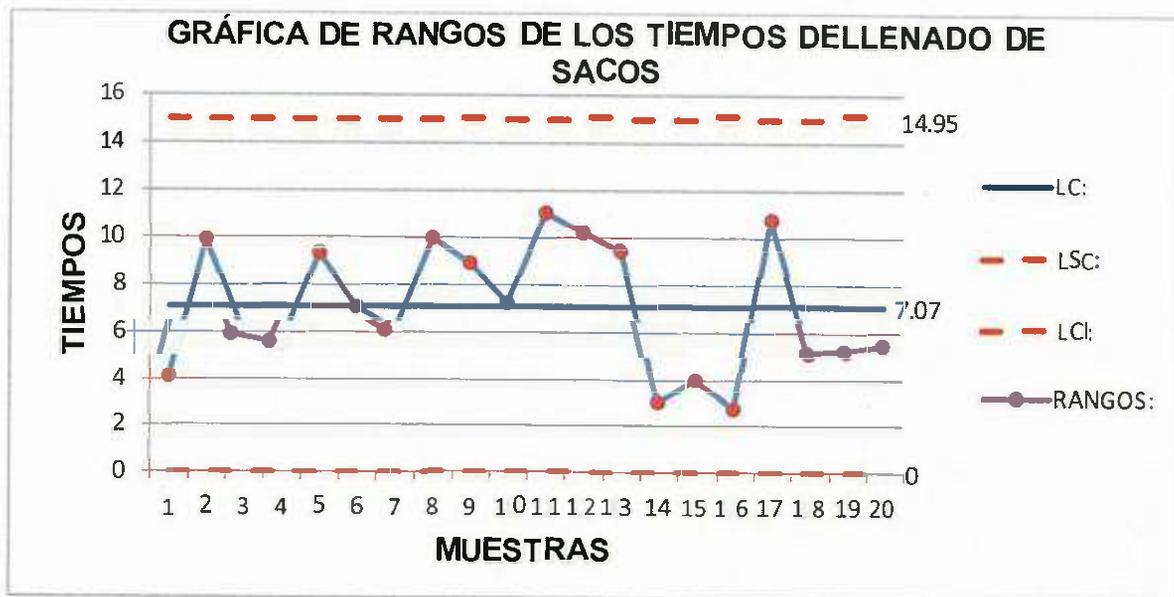
Observaciones: En la gráfica de medias el proceso está bajo control estadístico ya que ninguno de los tiempos rebasa a los límites establecidos. Al igual que en la gráfica de los rangos también está controlado el proceso. Ya que el operados estuvo atento en el llenado no hubo factores de distracción.

Nombre del material: Repello Interior boquilla 2.				Planta: YINSA	
Característica medida: Tiempo de llenado de saco.				Departamento: Premezclas	
Unidad de medición: segundos				Registrado por: Gamaliel	
Fecha: 11 de Febrero del 2015				Hora: 9:10 AM	
N°	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
1	15.63	14.82	18.95	15.23	16.32
2	15.25	18.13	19.65	21.13	11.21
3	15.89	18.25	16.26	13.46	12.32
4	13.54	19.06	16.82	13.45	15.66
5	13.06	22.41	17.45	18.95	13.41
6	14.25	20.32	17.59	18.45	13.25
7	14.23	20.34	17.84	19.71	14.98
8	13.26	12.06	18.54	22.05	15.15
9	17.85	12.35	19.48	21.31	16.32
10	19.65	12.41	15.24	19.05	19.48
11	17.65	12.39	23.46	19.78	12.39
12	15.65	17.65	22.32	25.85	19.65
13	16.52	19.64	14.15	23.62	17.88
14	15.24	18.25	16.24	16.19	17.24
15	15.84	18.43	17.98	15.23	19.24
16	17.89	18.58	18.03	15.84	18.23
17	15.15	22.84	18.09	12.06	18.45
18	15.23	20.38	19.26	19.48	18.95
19	15.42	20.46	20.43	15.23	17.65
20	18.94	13.45	18.94	15.49	18.54

Tabla 40. Registro de datos del material repello interior boquilla 2.



4.79 Gráfico de medias del material repello interior boquilla 2.



4.80 Gráfico de rangos del material repello interior boquilla 2.

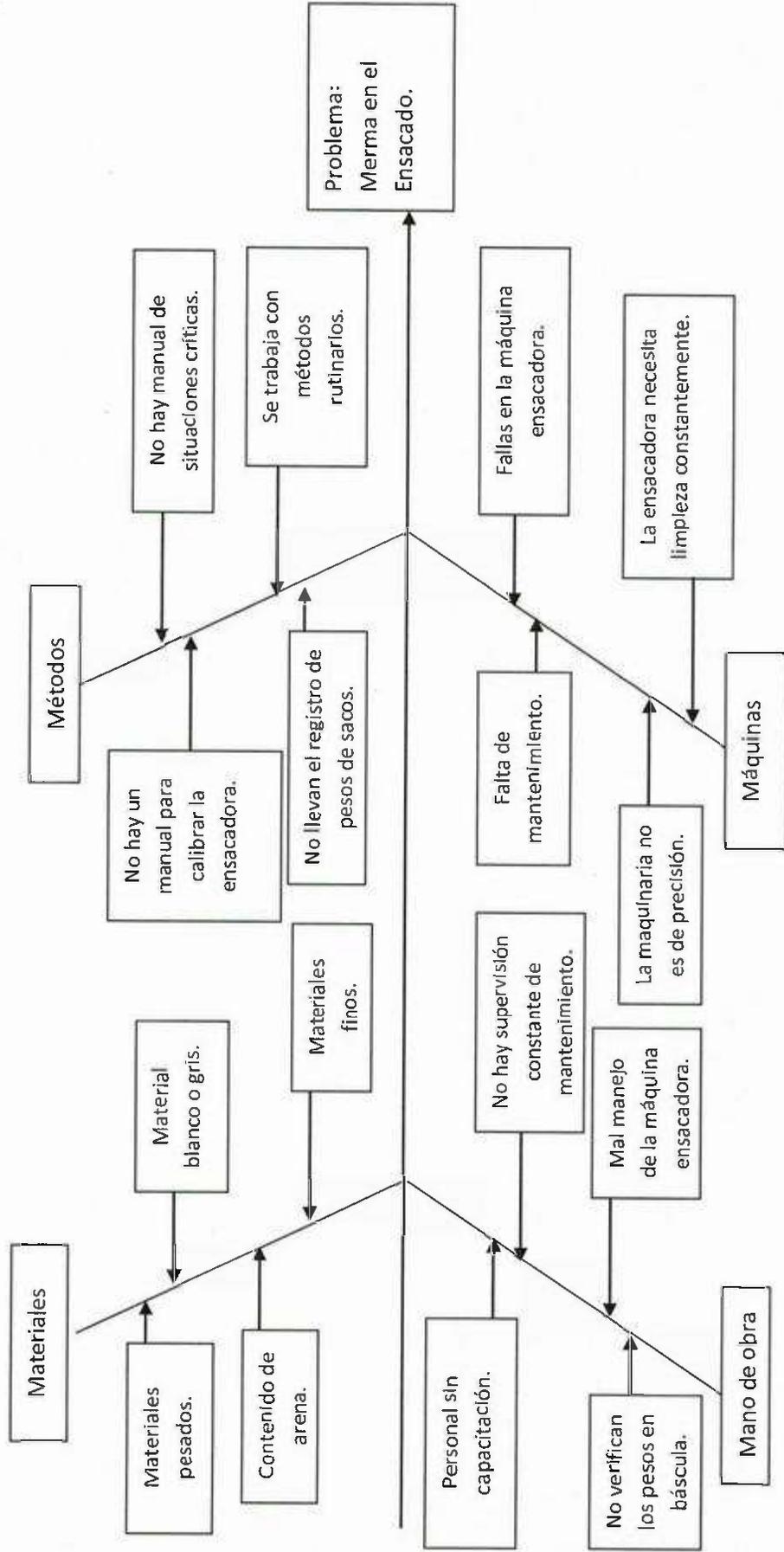
Observaciones: En la gráfica de medias se encuentra el proceso controlado existen variabilidad pero están dentro de los límites establecidos, al igual que en la de los rangos el proceso está controlado. En esta parte del proceso de producción el operador tuvo ciertas distracciones pero no afectó para que el proceso se descontrolara.

**4.3 Tabla de tiempo estándar de llenado de sacos de materiales para la construcción derivados de Yeso**

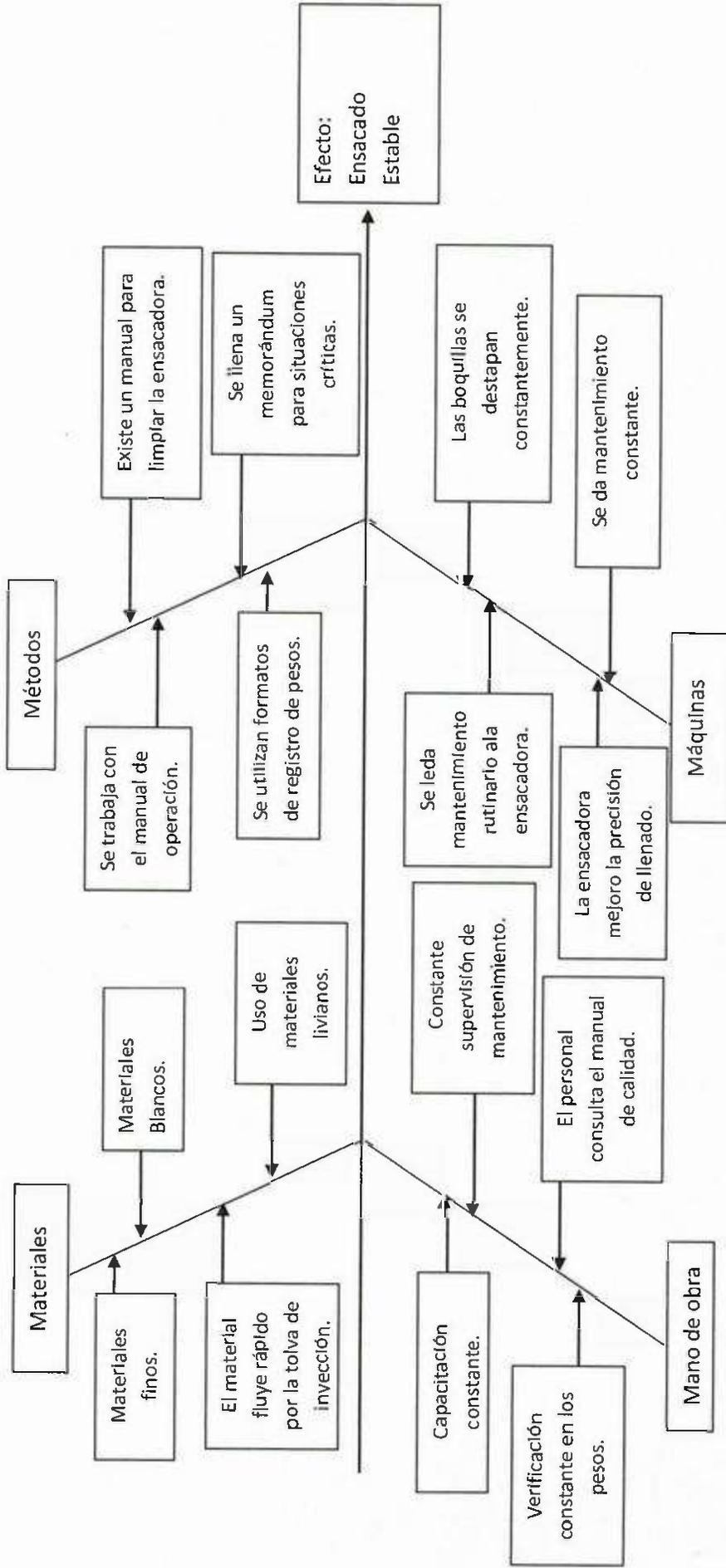
Nombre del Producto	Tiempo estándar de llenado de sacos en segundos	
	Boquilla 1	Boquilla 2
<b>Multibon</b>	6.15	7.47
<b>Pisomax</b>	7.70	11.20
<b>Yesoproyectable</b>	16.07	15.38
<b>Repello interiores</b>	20.86	17.36
<b>Mortero de pegue</b>	15.72	16.39
<b>Mortero proyectable</b>	10.70	8.12
<b>Mortero para enjarre</b>	8.47	11.20
<b>Yeso redimix</b>	10.74	27.63

Tabla 41. Tiempos estándar de llenado de sacos.

#### 4.4 Diagrama de Ishikawa



#### 4.5 Diagrama de Ishikawa



#### 4.6 Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Yeso Redimix

Hora:09:12 AM	Fecha:19/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.80	Peso máximo 25.34
			Cumple con la Norma	
1	25	25.68	NO	
2	25	25.79	NO	
3	25	24.35	NO	
4	25	25.20	SI	
5	25	26.04	NO	
6	25	25.57	NO	
7	25	24.34	SI	
8	25	25.77	NO	
9	25	25.42	NO	
10	25	25.27	SI	
11	25	25.60	NO	
12	25	25.70	NO	
13	25	25.52	NO	
14	25	25.56	NO	
15	25	24.96	SI	
16	25	25.68	NO	
17	25	25.53	NO	
18	25	24.8	SI	
19	25	25.11	SI	
20	25	25.25	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
13	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero de Pegue

Hora: 10:15 AM	Fecha: 12/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	25.70	NO	
2	25	25.28	SI	
3	25	24.00	NO	
4	25	25.25	SI	
5	25	23.70	NO	
6	25	25.10	SI	
7	25	25.40	NO	
8	25	25.87	NO	
9	25	25.43	NO	
10	25	25.41	NO	
11	25	25.96	NO	
12	25	25.38	NO	
13	25	24.03	NO	
14	25	24.62	SI	
15	25	25.15	SI	
16	25	25.14	SI	
17	25	24.55	NO	
18	25	24.58	NO	
19	25	26.67	NO	
20	25	24.26	NO	
Unidades fuera de Tolerancias		Unidades Permitidas Fuera de la Norma		Cumple con la Norma
14		2		NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero para Enjarre Manual

Hora: 09:32 AM	Fecha:18/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	25.67	NO	
2	25	25.93	NO	
3	25	25.20	SI	
4	25	25.76	NO	
5	25	25.07	SI	
6	25	25.04	SI	
7	25	25.69	NO	
8	25	25.65	NO	
9	25	25.00	SI	
10	25	25.31	SI	
11	25	25.14	SI	
12	25	24.11	NO	
13	25	26.49	NO	
14	25	25.51	NO	
15	25	26.87	NO	
16	25	25.53	NO	
17	25	25.68	NO	
18	25	25.24	SI	
19	25	25.70	NO	
20	25	25.18	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero Proyectable

Hora: 10:27 AM	Fecha: 17/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	23.03	NO	
2	25	23.77	NO	
3	25	25.65	NO	
4	25	25.38	NO	
5	25	24.88	SI	
6	25	25.54	NO	
7	25	25.88	NO	
8	25	25.19	SI	
9	25	25.89	NO	
10	25	26.97	NO	
11	25	24.97	SI	
12	25	25.40	NO	
13	25	25.82	NO	
14	25	24.28	NO	
15	25	25.78	SI	
16	25	25.32	SI	
17	25	26.06	NO	
18	25	26.30	NO	
19	25	25.30	SI	
20	25	24.76	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
13	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Multibon

Hora: 09:10 AM	Fecha:10/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 19.82	Peso máximo 20.30
			Cumple con la Norma	
1	20	19.38	NO	
2	20	20.80	NO	
3	20	20.55	NO	
4	20	21.13	NO	
5	20	19.52	NO	
6	20	19.86	SI	
7	20	21.11	NO	
8	20	20.44	NO	
9	20	20.45	NO	
10	20	18.51	NO	
11	20	19.72	SI	
12	20	19.93	SI	
13	20	20.50	NO	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
13	1	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Pisomax gris

Hora:10:10 AM	Fecha: 24/02/2015		Requisito de la Norma	
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Peso mínimo 19.88	Peso máximo 20.36
			Cumple con la Norma	
1	20	19.90		SI
2	20	21.12		NO
3	20	21.03		NO
4	20	20.15		SI
5	20	20.60		NO
6	20	20.50		NO
7	20	20.74		NO
8	20	20.41		NO
9	20	19.66		NO
10	20	20.53		NO
11	20	20.76		NO
12	20	20.11		SI
13	20	20.86		NO
14	20	19.36		NO
15	20	19.61		NO
16	20	20.05		SI
17	20	20.85		NO
18	20	20.34		SI
19	20	20.33		SI
20	20	20.45		NO
21	20	20.45		NO
22	20	20.40		NO
23	20	20.12		SI
24	20	20.01		SI
25	20	20.80		NO
26	20	20.10		SI
27	20	20.54		NO
28	20	20.77		NO
29	20	20.49		NO
30	20	20.34		SI
31	20	21.34		SI

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
20	3	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Repello Interiores

Hora: 10:10 AM	Fecha:11/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 19.88	Peso máximo 20.36
			Cumple con la Norma	
1	20	20.55	NO	
2	20	19.99	NO	
3	20	19.55	NO	
4	20	20.38	NO	
5	20	20.37	NO	
6	20	20.25	SI	
7	20	20.03	SI	
8	20	20.38	NO	
9	20	19.72	NO	
10	20	19.72	NO	
11	20	19.96	SI	
12	20	20.87	SI	
13	20	20.32	SI	
14	20	20.64	NO	
15	20	20.45	NO	
16	20	19.95	SI	
17	20	20.50	NO	
18	20	20.31	SI	
19	20	19.82	NO	
20	20	20.25	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Yeso Proyectable

Hora:10:52 AM	Fecha:25/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.80	Peso máximo 25.34
			Cumple con la Norma	
1	25	24.94	SI	
2	25	24.27	NO	
3	25	25.08	SI	
4	25	26.04	NO	
5	25	25.30	SI	
6	25	26.13	NO	
7	25	25.42	NO	
8	25	25.92	NO	
9	25	25.17	SI	
10	25	24.83	SI	
11	25	25.44	NO	
12	25	25.41	NO	
13	25	24.46	NO	
14	25	24.83	SI	
15	25	24.12	NO	
16	25	26.50	NO	
17	25	25.33	SI	
18	25	25.83	NO	
19	25	25.77	NO	
20	25	25.12	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero de Pegue

Hora: 10:15 AM	Fecha: 12/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	25.70	NO	
2	25	25.28	SI	
3	25	24.00	NO	
4	25	25.25	SI	
5	25	23.70	NO	
6	25	25.10	SI	
7	25	25.40	NO	
8	25	25.87	NO	
9	25	25.43	NO	
10	25	25.41	NO	
11	25	25.96	NO	
12	25	25.38	NO	
13	25	24.03	NO	
14	25	24.62	SI	
15	25	25.15	SI	
16	25	25.14	SI	
17	25	24.55	NO	
18	25	24.58	NO	
19	25	26.67	NO	
20	25	24.26	NO	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
14	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero para Enjarre Manual

Hora: 09:32 AM	Fecha:18/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	25.67	NO	
2	25	25.93	NO	
3	25	25.20	SI	
4	25	25.76	NO	
5	25	25.07	SI	
6	25	25.04	SI	
7	25	25.69	NO	
8	25	25.65	NO	
9	25	25.00	SI	
10	25	25.31	SI	
11	25	25.14	SI	
12	25	24.11	NO	
13	25	26.49	NO	
14	25	25.51	NO	
15	25	26.87	NO	
16	25	25.53	NO	
17	25	25.68	NO	
18	25	25.24	SI	
19	25	25.70	NO	
20	25	25.18	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Mortero Proyectable

Hora: 10:27 AM	Fecha: 17/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.78	Peso máximo 25.32
			Cumple con la Norma	
1	25	23.03	NO	
2	25	23.77	NO	
3	25	25.65	NO	
4	25	25.38	NO	
5	25	24.88	SI	
6	25	25.54	NO	
7	25	25.88	NO	
8	25	25.19	SI	
9	25	25.89	NO	
10	25	26.97	NO	
11	25	24.97	SI	
12	25	25.40	NO	
13	25	25.82	NO	
14	25	24.28	NO	
15	25	25.78	SI	
16	25	25.32	SI	
17	25	26.06	NO	
18	25	26.30	NO	
19	25	25.30	SI	
20	25	24.76	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
13	2	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993.

Nombre del producto: Multibon

Hora: 09:10 AM	Fecha:10/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 19.82	Peso máximo 20.30
			Cumple con la Norma	
1	20	19.38	NO	
2	20	20.80	NO	
3	20	20.55	NO	
4	20	21.13	NO	
5	20	19.52	NO	
6	20	19.86	SI	
7	20	21.11	NO	
8	20	20.44	NO	
9	20	20.45	NO	
10	20	18.51	NO	
11	20	19.72	SI	
12	20	19.93	SI	
13	20	20.50	NO	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
10	1	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Pisomax Gris

Hora:10:10 AM	Fecha: 24/02/2015		Requisito de la Norma	
Nº de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Peso mínimo 19.88	Peso máximo 20.36
			Cumple con la Norma	
1	20	19.90		SI
2	20	21.12		NO
3	20	21.03		NO
4	20	20.15		SI
5	20	20.60		NO
6	20	20.50		NO
7	20	20.74		NO
8	20	20.41		NO
9	20	19.66		NO
10	20	20.53		NO
11	20	20.76		NO
12	20	20.11		SI
13	20	20.86		NO
14	20	19.36		NO
15	20	19.61		NO
16	20	20.05		SI
17	20	20.85		NO
18	20	20.34		SI
19	20	20.33		SI
20	20	20.45		NO
21	20	20.45		NO
22	20	20.40		NO
23	20	20.12		SI
24	20	20.01		SI
25	20	20.80		NO
26	20	20.10		SI
27	20	20.54		NO
28	20	20.77		NO
29	20	20.49		NO
30	20	20.34		SI
31	20	21.34		SI

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
20	3	NO

Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Repello Interiores

Hora: 10:10 AM	Fecha:11/03/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 19.88	Peso máximo 20.36
			Cumple con la Norma	
1	20	20.55	NO	
2	20	19.99	NO	
3	20	19.55	NO	
4	20	20.38	NO	
5	20	20.37	NO	
6	20	20.25	SI	
7	20	20.03	SI	
8	20	20.38	NO	
9	20	19.72	NO	
10	20	19.72	NO	
11	20	19.96	SI	
12	20	20.87	SI	
13	20	20.32	SI	
14	20	20.64	NO	
15	20	20.45	NO	
16	20	19.95	SI	
17	20	20.50	NO	
18	20	20.31	SI	
19	20	19.82	NO	
20	20	20.25	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

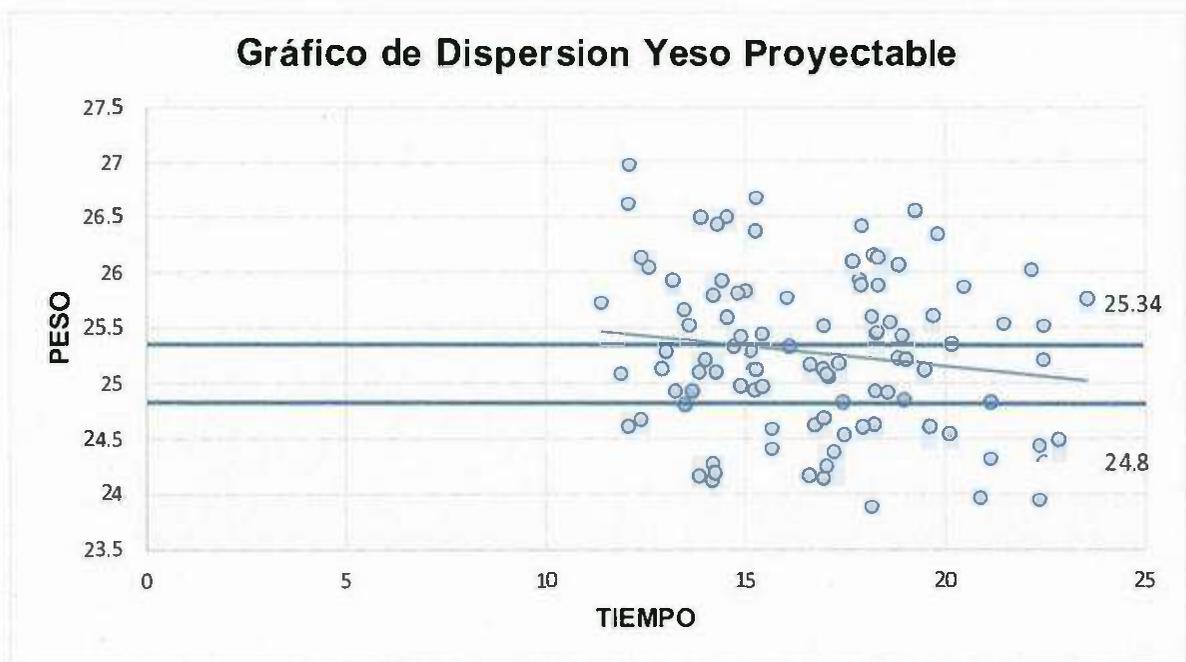
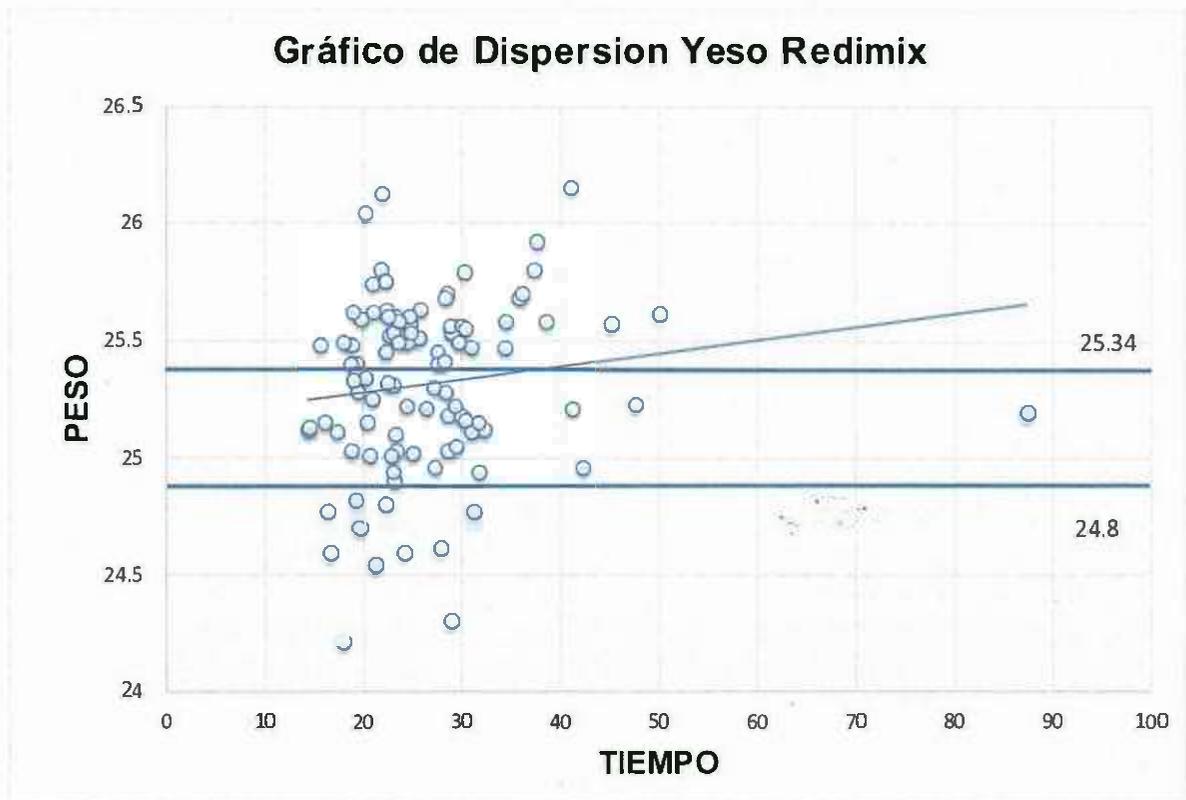
Verificación de peso para cumplimiento de la NOM-002-SCFI-1993

Nombre del producto: Yeso Proyectable

Hora:10:52 AM	Fecha:25/02/2015			
N° de muestra	Peso Nominal	Peso Muestreado	Requisito de la Norma	
			Peso mínimo 24.80	Peso máximo 25.34
			Cumple con la Norma	
1	25	24.94	SI	
2	25	24.27	NO	
3	25	25.08	SI	
4	25	26.04	NO	
5	25	25.30	SI	
6	25	26.13	NO	
7	25	25.42	NO	
8	25	25.92	NO	
9	25	25.17	SI	
10	25	24.83	SI	
11	25	25.44	NO	
12	25	25.41	NO	
13	25	24.46	NO	
14	25	24.83	SI	
15	25	24.12	NO	
16	25	26.50	NO	
17	25	25.33	SI	
18	25	25.83	NO	
19	25	25.77	NO	
20	25	25.12	SI	

Unidades fuera de Tolerancias	Unidades Permitidas Fuera de la Norma	Cumple con la Norma
12	2	NO

#### 4.7 Gráficas de dispersión



#### 4.8 Resultados de gráficas

##### Resultados multibon Boquilla 1

De la información generada a través de las gráficas, se deduce que el proceso esta total mente fuera de control con un grado de variabilidad muy alto ya que el proceso está totalmente inestable con una capacidad de procesos igual a 0.07 cuando debe ser mayor de 1 para ser adecuado conforme fue diseñado el proceso.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	71
Total de Muestreados Dentro de Control	29
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	21
Total de Muestreados Fuera del Limite Superior de Control	50

##### Resultados Multibon Boquilla 2

Observando las gráficas se observa que el proceso está dentro de los límites de control estadístico calculados con una capacidad de procesos de 0.41 concluyendo que el proceso no es adecuado para cumplir con el diseño inicial y se tiene que monitorear constantemente.

También se observa el CP igual a 0.11 en la gráfica de tolerancias de norma oficial mexicana.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	60
Total de Muestreados Dentro de Control	40
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	26
Total de Muestreados Fuera del Limite Superior de Control	34

### Resultados Pisomax gris Boquilla 1

De la información generada por las gráficas de control estadístico la capacidad de proceso de los límites calculados es 0.38 y la capacidad de procesos conforme a la Norma Oficial Mexicana es 0.11. Por último observa que el proceso no está en control de estadístico en gráfica de límites de control estadístico calculados y tolerancias de la Norma Oficial Mexicana.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	56
Total de Muestreados Dentro de Control	44
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	14
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	42

### Resultados pisomax gris Boquilla 2

De la información generada a través de los gráficos de control estadístico se deduce que el proceso genera límites de control estadístico con rangos normales de variación, no así con el cumplimiento de las especificaciones internas que establece la norma oficial mexicana 002-SCFI-1993.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	67
Total de Muestreados Dentro de Control	33
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	31
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	36

*Poner Gráficas*

### Resultados yeso Proyectable Boquilla 1

La tendencia en la gráfica de medias de límites de control estadístico calculados tiende a rodear el límite central talvez por la inestabilidad del proceso de producción con una capacidad de procesos igual a 0.48.

En la gráfica de las tolerancias de la norma oficial mexicana se muestran siete puntos fuera de control por lo cual no cumple con los requerimientos internos de calidad.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	68
Total de Muestreados Dentro de Control	32
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	25
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	43

### Resultados yeso Proyectable Boquilla 2

De la información generada a través de las gráficas, se deduce que el proceso esta totalmente fuera de control con un grado de variabilidad muy alto ya que el proceso está totalmente inestable con una capacidad de procesos igual a 0.38 cuando debe ser mayor de 1 para ser adecuado conforme fue diseñado el proceso.

La capacidad de procesos de la gráfica de tolerancias de la Norma Oficial Mexicana es igual a 0.12.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	62
Total de Muestreados Dentro de Control	38
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	31
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	31

### Resultados Repello interiores Boquilla 1

Observando las gráficas se observa que el proceso está dentro de los límites de control estadístico calculados con una capacidad de procesos de 0.47 concluyendo que el proceso no es adecuado para cumplir con el diseño inicial y se tiene que monitorear constantemente.

También se observa el CP igual a 0.25 en la gráfica de tolerancias de norma oficial mexicana.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	45
Total de Muestreados Dentro de Control	55
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	13
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	32

### Resultados Repello interiores Boquilla 2

En este caso la variabilidad esta mayormente centrada en el límite central, esto provocara que los pesos estén alrededor de 20.07 kg y no afecte al rendimiento de la ensacadora, con un CP=0.46 este de los límites de control estadístico calculados.

Haciendo referencia a la Norma Oficial Mexicana la capacidad de procesos es igual a 0.19.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	47
Total de Muestreados Dentro de Control	53
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	28
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	19

### Resultados Mortero pegue block Boquilla 1

La variabilidad se concentró alrededor del límite central esto es indicativo de que los pesos tuvieron una media de 24.75 kg ya que la mayoría de los datos estuvieron por debajo del límite central con una capacidad de procesos igual 0.45 como resultado de esto el proceso se tiene que monitorear constante mente para elevar la capacidad como mínimo igual a 1.

Haciendo referencia a la Norma Oficial Mexicana la capacidad de procesos es igual 0.10 es mucho más bajo que el CP de los límites de control estadístico calculados ya que las tolerancias son más reducidas.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	77
Total de Muestreados Dentro de Control	23
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	50
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	27

### Resultados Mortero pegue block Boquilla 2

De la información generada a través de las gráficas, se observa la presencia de variación por causas que se mencionan en el diagrama de Ishikawa con una capacidad de procesos igual a 0.43 cuando debe ser mayor de 1 para ser adecuado conforme fue diseñado el proceso.

La capacidad de procesos haciendo referencia a la Norma Oficial Mexicana es igual se calculó en 0.10.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	78
Total de Muestreados Dentro de Control	22
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	43
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	35

### Resultados Mortero proyectable fino Boquilla 1

El proceso no estuvo en control estadístico en ninguna de las gráficas ya sea en la de límites de control calculados y la gráfica de tolerancias de la norma oficial mexicana. En la gráfica de especificaciones de la norma se observa al límite central por encima de la especificación superior de control esto es indicativo de los rangos elevados de los pesos conforme a las tolerancias más reducidas por requisitos internos.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	65
Total de Muestreados Dentro de Control	35
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	18
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	47

### Resultados Mortero proyectable fino Boquilla 2

La variabilidad en este proceso se tornó a subir y bajar alrededor del límite central con un promedio en el ensacado de 25.38 kg con una capacidad de procesos de 0.45 teniendo que monitorear constantemente el proceso.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	77
Total de Muestreados Dentro de Control	23
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	21
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	56

### Resultados Mortero para enjarre manual Boquilla 1

Observando las gráficas se observa que el proceso está dentro de los límites de control estadístico calculados con una capacidad de procesos de 0.42 concluyendo que el proceso no es adecuado para cumplir con el diseño inicial y se tiene que monitorear constantemente para elevar el CP.

También se observa el CP igual a 0.16 en la gráfica de tolerancias de norma oficial mexicana.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	50
Total de Muestreados Dentro de Control	50
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	14
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	36

### Resultados Mortero para enjarre manual Boquilla 2

De los datos generados en el muestreo, se deduce que la mayoría de los datos estuvieron cayendo fuera del límite superior de control estadístico con un grado de variabilidad muy alto ya que el proceso está totalmente inestable con una capacidad de procesos igual a 0.46.

En referencia a la norma oficial mexicana se observa el CP igual a 0.10.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	72
Total de Muestreados Dentro de Control	28
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	23
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	49

### Resultados Yeso redimix Boquilla 1

La variabilidad se concentró alrededor del límite superior de control estadístico esto es indicativo de que los pesos tuvieron una media de 25.34 kg con una capacidad de procesos igual 0.40 como resultado de esto el proceso se tiene que monitorear constantemente para elevar la capacidad como mínimo igual a 1.

En referencia a la norma oficial mexicana se observa el CP igual a 0.17.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	71
Total de Muestreados Dentro de Control	29
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	16
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	55

### Resultados Yeso redimix Boquilla 2

De la información generada a través de las gráficas, se observa la presencia de variación por causas maquinaria, hombres, causas naturales con una capacidad de procesos igual a 0.47 cuando debe ser mayor de 1 para ser adecuado conforme fue diseñado el proceso.

Total de Muestreados	100
Total de Muestreados Fuera de Control	59
Total de Muestreados Dentro de Control	41
Total de Muestreados Fuera del Límite Inferior de Control	6
Total de Muestreados Fuera del Límite Superior de Control	53

## 4.9 Causas de variación

### Materiales:

- Alta granulometría.
- Material pesado.

### Máquinas:

- Calibrado constante de la máquina ensacadora.
- La bachada (caída de material) no cae a tiempo a la tolva.
- Báscula descalibrada.

### Mano de obra:

- Pérdida de tiempo al observar la báscula digital.
- Movimientos innecesarios en la toma de sacos.
- Descanso del operador de la ensacadora.

### Mediciones:

- Mal pesado de sacos (no coloca bien el saco en la báscula digital).
- Báscula digital descalibrada.
- Báscula ensacadora descalibrada.

### Medio ambiente:

- Humedad.

### Métodos:

- No hay un manual para operar la máquina ensacadora.

## CAPITULO V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

1. La aplicación del Control Estadístico de Procesos ha sido considerada como tal, debido a la necesidad de cumplir con las normas internas de la compañía para el ensacado de materiales para la construcción derivados de yeso: en particular, en el Área de Premezclas el muestreo durante un mes y medio, el peso de los diferentes productos que se están fabricando día a día y los resultados obtenidos, denotan la necesidad de la aplicación para obtener resultados en la calidad en el ensacado de sus productos, y ahora en el área de Premezclas se realiza un análisis de la variabilidad del proceso.
2. De acuerdo a lo que se ha podido observar durante el desarrollo de la presente investigación, se demuestra que el control estadístico de procesos es de gran utilidad para la aplicación al interior del manejo, control y operación de procesos industriales tales como, en este caso, el de producción de materiales para la construcción.
3. De los objetivos planteados en la presente investigación, se concluye que se han identificado y analizado los factores de mayor variabilidad en el presente proceso de las áreas de producción así como determinar el cumplimiento con los requisitos internos de la NOM-002-SCFI-1993. Con esta base se planteó el diseño estadístico más adecuado y los resultados obtenidos han permitido el análisis de la variabilidad del proceso de los productos.
4. Hemos determinado de acuerdo a los resultados que el área de ensacado de materiales para la construcción derivados de yeso, que el proceso está fuera de control estadístico y no cumplen con los requisitos de la NOM-002-SCFI-1993.

## Recomendaciones

Se recomienda aplicar el presente formato, con el que se obtendrán y solucionarán, causas comunes de variación en el proceso mediante acciones correctivas y preventivas.

 <b>YESO INDUSTRIAL DE NAVOJOA S.A. DEC.V.</b>	<b>INFORME DE ACCIÓN</b>	X	CORRECTIVA
			PREVENTIVA
Nombre de la acción: Reducción de diámetro de boquilla (diámetro).		No.1	
		Fecha inicio: 07/05/2015	
		Realizado por: Julio Leyva.	
1.- Personas que participan en la acción y coordinador:  1-Empleado de Producción.	2.- Descripción del problema que se quiere eliminar o evitar: ●Paros de producción. ●Llenado variable. <b>GENERA:</b> Problemas en el ensacado. Bloqueo de producto en la boquilla. Llenado lento en los sacos.		
3.- Acciones precedentes o primeras acciones adoptadas: 1) Informarle al jefe de planta de inmediato. 2) Revisar la importancia de la acción.			
4.- Causa o causas que generan el problema o que lo pueden generar: a) Paros de producción. b) Mal funcionamiento del equipo.			
5.- Soluciones que atacan la causa del problema, posibles acciones: Mantenimiento rutinario. Cambiar la pieza.			
6.- Acciones correctivas/ preventivas finalmente realizadas, incluyendo fechas: 1. Darle aviso al jefe de planta. 2. Concientizar a los empleados a cerca de mantenimiento rutinario.			
7.- Acciones que se efectuarán para verificar la eficacia de las soluciones implantadas, fechas y responsables: ●Inspección de la boquilla. ●Verificar si el ensacado cumple con las tolerancias.			
8.- Resultados obtenidos y acciones para prevenir recurrencia: a) Llenado de sacos más rápido. b) Monitoreo constante a la maquinaria.			
NO DEBE CONCLUIRSE UNA ACCIÓN HASTA QUE NO SE HAYA VERIFICADO LA EFICACIA DE LAS SOLUCIONES IMPLANTADAS O BIEN SE HAYAN ARGUMENTADO LAS CAUSAS DE SU CIERRE.		Firma y nombre del auditor: Julio cesar Leyva Sánchez  Fecha cierre: 08/05/2015	

Se debe acercar el CP a un valor cercano a 1 para que el proceso sea adecuado conforme fue diseñado el proceso, por lo que se recomienda que sean consideradas las aportaciones del presente trabajo para aumentarlo a un 0.9 que sería mejorado con la inversión en equipo.

Se recomienda aplicar el diseño de experimentos para analizar los factores que afectan al proceso de ensacado así se sabrá cuáles son los factores que afectan más al proceso y cuál es su interacción.

Sensibilizar a directivos y gerentes acerca de la importancia de la calidad para cumplir con los requisitos internos de calidad, ya que lo más importante no es la cantidad.

Se recomienda divulgar el presente proyecto para darse cuenta cómo está funcionando actualmente la fábrica.

Con base en la detección de las causas de variabilidad se muestran las áreas de oportunidad para el desarrollo de nuevas tesis y propuestas de mejora.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carro Paz R. y González Gómez D. Control Estadístico de Procesos, Administración de Operaciones. Ed. Universidad del Mar del Plata. Ar., 1978.
- Gutiérrez Pulido Humberto. Calidad Total y Productividad. Cuarta edición. Editorial MC Graw Hill Interamericana, 2014.
- Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román. Control estadístico de calidad y seis sigma. Primera edición. Editorial MC Graw Hill, 2004.
- Ishikawa Kaoru. What is total quality control, the japanese way. primera edición. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall, 1985.
- Vallin Feigenbaum Armand. Control Total de la Calidad. Séptima edición. Compañía Editorial Continente, 2004.
- 1950 ATSM Manual on Quality Control of Materials. American Society for Testing Materials.
- Norma Oficial Mexicana nom-002-scfi-2011 "productos preenvasados- contenido neto-tolerancias y métodos de verificación".  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5263188&fecha=10/08/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5263188&fecha=10/08/2012)