

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA

“REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
DEL LABORATORIO DE CAFESCA”

CAFESCA (CAFÉ DE ESPECIALIDAD DE CHIAPAS S.A.P.I DE C.V)

NOMBRE DEL RESIDENTE: HERNÁNDEZ ARRIAGA NANCY LISSETTE

NUMERO DE CONTROL: 10510348

CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA

ASESOR EXTERNO:

ING. KARINA MORALES PEREZ

ASESOR INTERNO:

ING. ROCIO FARRERA ALCAZAR

REVISORES:

ING. LEONARDO GOMEZ GUTIERREZ

ING. HUMBERTO TORRES JIMENEZ

Periodo de realización: ENERO-JULIO DE 2016

INTRODUCCIÓN

2.- JUSTIFICACIÓN	7
3.- OBJETIVO	8
3.1 OBJETIVO GENERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	8
4.- ALCANCES Y LIMITACIONES	9
5.- PROBLEMAS A RESOLVER.....	9
6.- DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO	9
6.1 EMPRESA:	9
6.2 POLITICA DE CALIDAD DE CAFESCA.....	11
6.3 VISIÓN	11
6.4 MISIÓN	11
6.5 LOGOTIPO DE LA EMPRESA.....	11
6.6 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DEL LABORATORIO DE FISICOQUIMICOS:.....	12
6.7 ÁREA DE TRABAJO DEL PERSONAL AUTORIZADO	12
6.7.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
.....	12
6.7.2 UBICACIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA:.....	13
7.- FUNDAMENTO TEÓRICO	13
7.1 CAFÉ VERDE: MATERIA PRIMA	13
7.1.1 EL CAFÉ ARABICA.....	13
7.1.2 CAFÉ CANEPHORA O ROBUSTA.....	14
7.2 PRODUCTO TERMINADO: CAFÉ LIOFILIZADO.....	14
7.3 PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.....	15
7.3.1 TUESTE.....	15
7.3.2 MOLIENDA.....	15
7.3.4 EXTRACCIÓN:.....	15
7.3.5 CENTRIFUGACIÓN:	15
7.3.6 EVAPORACIÓN:.....	16
7.3.7 CONGELACIÓN:.....	16
7.4 PROPIEDADES DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS:	16
7.4.1 PROPIEDADES:.....	17

7.4.2 DENSIDAD:.....	17
7.4.3 HUMEDAD MÉTODO RÁPIDO:.....	17
7.4.4 POLVO:	17
7.4.5 OLEOS:	17
7.4.6 SÓLIDOS INSOLUBLES POR MÉTODO DE FILTRACIÓN:.....	18
7.5 IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES	18
7.6 CONCEPTOS BÁSICOS DE R&R:.....	18
7.7 DEFINICIONES DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD.....	20
7.7.1 REPETIBILIDAD.....	20
7.7.2 REPRODUCIBILIDAD.....	20
7.8 APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS R&R:	21
7.9 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE R&R:	21
7.9.1 RANGO:.....	22
7.9.2 PROMEDIO Y RANGO:	22
7.10 EVALUACION DE LA REPETIBILIDAD Y LA REPRODUCIBILIDAD (GR&R) (MSA, 1995).....	22
7.11 ANÁLISIS POR MEDIAS Y RANGOS DEL ESTUDIO R&R POR MÉTODO LARGO:.....	22
7.12 TÉCNICAS PARA EL ANALISIS DE ESTUDIOS R&R:.....	25
7.13 MÉTODO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA):	25
8.- RECURSOS UTILIZADOS PARA LLEVAR ACABO EL PROYECTO	27
9.- DESARROLLO DEL PROYECTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	28
9.1 PROCEDIMIENTO MEDIANTE MSA:.....	28
10. RESULTADOS POR METODO LARGO VS METODO ANOVA.....	30
10.1 PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO LARGO).....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
10.1.1 HOJA R&R PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO LARGO)	31
10.1.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR MÉTODO ANOVA (MINITAB)	32
10.1.3 MÉTODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.	34
10.2 DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA POR MÉTODO LARGO (EXCEL).	36
10.2.1 HOJA R&R PARA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA:.....	37
10.2.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO, POR MÉTODO ANOVA	38
10.2.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA POR MÉTODO ANOVA:.....	40

10.3 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE (MÉTODO LARGO)	42
10.3.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE (MÉTODO LARGO).	43
10.3.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MÉTODO ANOVA	44
10.3.3 METODO ANOVA: PARA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE	46
10.4. DETERMINACIÓN DE OLEOS (MÉTODO LARGO EXCEL)	48
10.4.1 HOJA DE R&R PARA LA DETERMINACIÓN DE OLEOS	49
10.4.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MÉTODO ANOVA:	50
10.4.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE OLEOS	52
10.5 DETERMINACIÓN DE POLVO (MÉTODO LARGO).....	54
10.5.1 HOJA DE R&R PARA LA DETERMINACION DE POLVO.....	55
10.5.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MINITAB	56
10.5.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE POLVO.....	58
10.6 DETERMINACIÓN DE SOLIDOS INSOLUBLES (MÉTODO LARGO)	60
10.6.1 HOJA DE CÁLCULO R&R PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES	61
10.6.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MINITAB	62
10.6.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES.....	64
11. RESULTADOS OBTENIDOS	66
12.- CONCLUSIONES	67
13.- RECOMENDACIONES.....	68
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
15. ANEXOS: CAPTURA DE DATOS EN SOFTWARE MINITAB.....	70
15.1 CAPTURA DE PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	70
15.2. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA	71
15.3 CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE	72
15.4. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OLEOS	73
15.5. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE POLVO.....	74
15.6 CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE SOLIDOS INSOLUBLES	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recursos Humanos- Equipos, para la realización del proyecto sistematizado ...	27
Tabla 2. Recursos utilizados para las pruebas visuales	27
Tabla 3. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Humedad	30
Tabla 4. Hoja de R&R para el método de Humedad	31
Tabla 5. Interpretación d Método Anovae Resultados de R&R.....	31
Tabla 6. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Konica Minolta	36
Tabla 7. Hoja de R&R para el método de Konica Minolta	37
Tabla 8. Interpretación de Resultados de R&R	37
Tabla 9. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Densidad por caída libre.....	42
Tabla 10. Hoja de R&R para el método de Densidad por caída libre	43
Tabla 11. Interpretación de Resultados de R&R	43
Tabla 12. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Oleos	48
Tabla 13. Hoja de R&R para el método de Oleos	49
Tabla 14. Interpretación de Resultados de R&R	49
Tabla 15. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Polvo.....	54
Tabla 16. Hoja de R&R para el método de Polvo.....	55
Tabla 17. Interpretación de Resultados de R&R	55
Tabla 18. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Sólidos Insolubles	60
Tabla 19. Hoja de R&R para el método de S.I	61

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Determinación de Humedad.....	34
Gráfica 2. Determinación de Konica Minolta.....	40
Gráfica 3. Determinación de Densidad por caída libre.....	46
Gráfica 4. Determinación de Oleos.....	52
Gráfica 5. Determinación de Polvo	58
Gráfica 6. Determinación de S.I.....	64

INDICE DE FIGURA.

Figura. 1 Ubicación de la Empresa.....	12
Figura. 2 Departamento de Calidad	13
Figura. 3 Proceso general de Liofilización.....	16
Figura. 4 Variación del sistema de medición	19
Figura. 5 Representación de Repetibilidad	20
Figura. 6 Representación gráfica de Reproducibilidad.....	20
Figura. 7 DLC-1000.....	27
Figura. 8 Spectrophotometer CM-5	27
Figura. 9 Termo balanza MB-45	27

INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolla en CAFESCA, una empresa encargada a la producción de Café liofilizado en el estado de Chiapas; para la empresa es de suma importancia obtener un Producto Terminado de Calidad y para ello, es necesario que la producción sea realizada adecuadamente desde principio a fin.

De aquí parte la importancia de realizarle al producto terminado los Análisis Físicoquímicos, esto con el fin de evaluar en tiempo real el comportamiento del producto por medio de Equipos que nos indican característicamente la efectividad del producto tomando en cuenta que este tenga las propiedades organolépticas adecuadas.

En cualquier actividad química, que involucre análisis, investigación, fabricación e inspección, gran parte de la toma de decisiones y conclusiones se hacen con base a las mediciones confiables que se realizan.

Los pilares de la medición son los equipos, los métodos y el personal. Dentro del rubro de equipos, las mediciones de masa son ampliamente usadas, así que para que estas sean confiables, es necesario asegurar la calidad de las mismas, es decir, conocer el error y las incertidumbres con las que las obtenemos. En muchas ocasiones las organizaciones no consideran el impacto de tener sistemas de medición de calidad, el hecho de que las mediciones no sean exactas puede llevar a cometer errores en el cálculo, en los análisis y conclusiones de los estudios de capacidad de los procesos.

Por ello, es necesario validar los resultados determinados a través de las metodologías propuestas, esto para medir la rigidez de los sistemas de medición empleados, los cuales deben ser apropiados para tener certeza sobre las variables medidas a partir de ellos.

2.- JUSTIFICACIÓN

El Control de Calidad consiste en realizar mediciones de parámetros del producto, determinando si los valores obtenidos están en concordancia con unas especificaciones preestablecidas.

Generalmente, dicho control de calidad es aplicado a los productos producidos y utilizados por una empresa, ya se trate de productos finales, intermediarios o materias primas.

Cuando los operadores no miden una pieza de manera consistente, se puede caer en el riesgo de rechazar artículos que están en buen estado o aceptar artículos que están en mal estado. Por otro lado si los instrumentos de medición no están calibrados correctamente también se pueden cometer errores. Cuando sucede lo mencionado anteriormente tenemos un sistema de medición deficiente que puede hacer que un estudio de capacidad parezca insatisfactorio cuando en realidad es satisfactorio. Lo anterior puede tener como consecuencia gastos innecesarios de reproceso al reparar un proceso de manufactura o de servicios, cuando la principal fuente de variación se deriva del sistema de medición.

Dada a la importancia de estas mediciones, el siguiente proyecto obedece a la necesidad de la empresa CAFESCA (CAFÉ DE ESPECIALIDAD DE CHIAPAS S.A.P.I DE C.V) para validar el cumplimiento del Plan de Calidad, de los Análisis realizados conforme a la Metodología y de esta forma asegurar la estandarización de los Análisis.

Además de entender esta necesidad, se deberá llevar a cabo diversos análisis y se evaluará el sistema de medición implementado para determinar la Repetibilidad y Reproducibilidad de la metodología propuesta.

La Aplicación de la Repetibilidad y Reproducibilidad ayudará a determinar cuál es el porcentaje de variación de cada equipo conforme a la participación de Cada analista. Por ello, se solicitó el apoyo técnico de un residente que llevará a cabo las pruebas y técnicas que garanticen el cumplimiento de los estándares de calidad a los que están sometidos los análisis Fisicoquímicos que dicha empresa elabora.

3.- OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar los estudios de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R), mediante la metodología MSA (*Medición de Análisis de Sistema*), para el Aseguramiento de los Análisis Físicoquímicos de acuerdo al plan de calidad del laboratorio de la empresa CAFESCA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar los estudios R&R en los Análisis físicoquímicos del producto terminado, conforme al plan de Calidad propuesta por el laboratorio.
- Cumplir con los Requisitos que requiere la TS 16949 en el punto 7.6.1 de estudios R&R.
- Desarrollar un programa para la realización de estudios estadísticos a los instrumentos de medición.

4.- ALCANCES Y LIMITACIONES

Este proyecto implica el análisis estadístico obtenido mediante el sistema de medición, a partir de la metodología MSA, esto con el fin de estandarizar y garantizar la calidad de los resultados de los Análisis Físicoquímicos, realizados a través del Plan de Calidad propuesto por el laboratorio de la empresa.

Las Limitantes que se pueden encontrar es, que los analistas realizan otras funciones adicionalmente; lo que desvía la atención necesaria que se requiera para que el proceso de medición se realice de la mejor manera. Así como también, que el laboratorio de Calidad presenta vibraciones, debido a las cercanías de grandes equipos, generando posibles errores en el sistema de medición.

5.- PROBLEMAS A RESOLVER

Por medio del método R&R, se validará el comportamiento Metrológico en el laboratorio de control de Calidad; mediante la eficiencia de los equipos, verificando que estos funcionen de manera correcta conforme al margen de error permisible; así como también que los operadores, estén apegándose a los manuales técnicos para la realización de cada prueba realizada en el laboratorio.

6.- DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

6.1 EMPRESA:

Cafés de Especialidad de Chiapas, S.A.P.I. de C.V (CAFESCA) es la única procesadora que se localiza dentro del Recinto Fiscalizado Estratégico de Puerto Chiapas (al sureste de la República mexicana), único en el país en terminal marítima.

Forma parte del Grupo ECOM TRADING (Empresa líder mundial de productos básicos, comerciantes y gestión de la cadena de suministro sostenible), uno de los 3 principales comercializadores de café a nivel mundial. Siendo CAFESCA el último eslabón en la cadena productiva, dando más valor agregado al café de Chiapas y del mundo.

México es uno de los principales productores y exportadores de café a nivel mundial y Chiapas es el Estado que aporta la mayor cantidad de producción en el país ocupando uno de los primeros lugares en producción de café certificado del mundo. Su producción depende prácticamente de pequeños grupos de cafecultores en su mayoría indígenas y campesinos. Su desarrollo y bienestar son necesarios para mantener un entorno propicio para seguir produciendo café de la mejor calidad.

CAFESCA ofrece la mejor calidad en sus productos y sobre todo diferenciarse por dar a sus clientes un servicio integral en sus proyectos de café. Todas las áreas son constantemente monitoreadas y evaluadas para asegurar el total cumplimiento de los procesos y políticas. Día a día traban en apearse a la reglamentación local, nacional e internacional en materia de procesos productivos, administrativos y comerciales.

Actualmente cuentan con las siguientes certificaciones:

- ISO 9001:2008
- Producción orgánica
- Fairtrade International
- Rainforest Alliance
- UTZ
- Kosher

Su estrategia está enfocada en alcanzar la total sustentabilidad de la cadena productiva, integrando a productores, empleados, proveedores, distribuidores y consumidores en el proceso de creación de valor. Contar con la total flexibilidad para procesar los productos y mezclas que nuestros clientes requieran.

6.2 POLITICA DE CALIDAD DE CAFESCA

“Somos una empresa especializada en la elaboración de productos liofilizados, comprometidos con la calidad e inocuidad y la satisfacción de nuestros clientes, a través del cumplimiento de los requisitos legales aplicables, la mejora continua, el cuidado del medio ambiente y el bienestar de nuestros trabajadores.”.

6.3 VISIÓN

Ser el principal proveedor de cafés sustentables liofilizados del mundo.

6.4 MISIÓN

Desarrollar proyectos de calidad, atractivos, innovadores y sustentables, con base en productos de café y que sean consistentes con la visión corporativa, el desarrollo del capital humano y el uso eficiente de la tecnología.

6.5 LOGOTIPO DE LA EMPRESA



6.6 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DEL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICOS:

Realizar pruebas Fisicoquímicas para el correcto monitoreo del producto, desde Tostación hasta Producto Terminado. Realizándole pruebas de Humedad, Densidad y Color. Así como también pH y Acidez (aplica solo para producto terminado y extractos concentrados).

Se monitorea el extracto concentrado, el cual en un determinado momento se verá reflejado en producto terminado. Así como también, supervisar y mantener el buen estado de los equipos del laboratorio que puedan alterar el resultado de los análisis.

Supervisar las actividades relacionadas con el aseguramiento de calidad de los procesos. De esta forma, se logrará establecer un estándar de calidad para todos los análisis fisicoquímicos.

6.7 ÁREA DE TRABAJO DEL PERSONAL AUTORIZADO

6.7.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Av. Puerto Chiapas, Mz 3, Lotes 2-5, Recinto Fiscalizado Estratégico, 30830 Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chis.

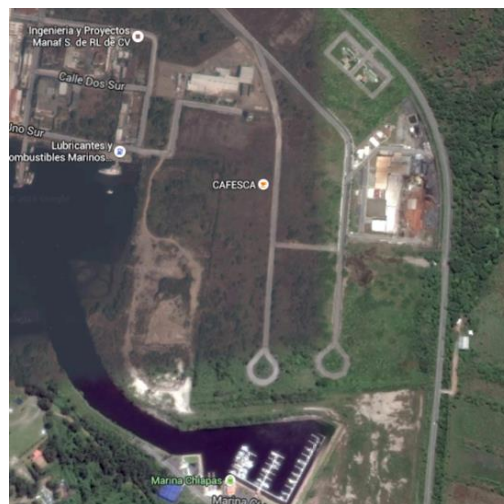


Figura. 1 Ubicación de la Empresa

6.7.2 UBICACIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA:

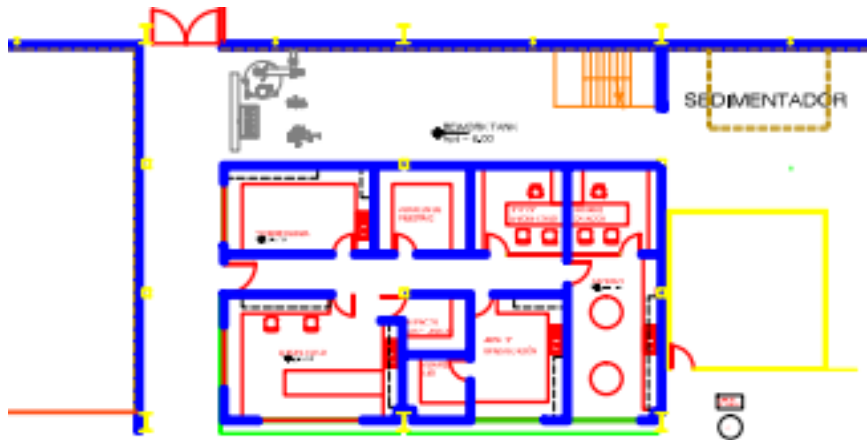


Figura. 2 Departamento de Calidad

7.- FUNDAMENTO TEÓRICO

7.1 CAFÉ VERDE: MATERIA PRIMA

El café verde es la materia prima que se transforma para consumir el café tal y como lo conocemos. La universalmente conocida es el tostado, que posteriormente se muele y sirve para preparar la bebida de café. Es una emulsión de agua y aceites totalmente opaca que contiene cafeína, un estimulante natural muy reclamado en el desayuno, durante un descanso, después del almuerzo o por la noche para mantenerse despierto. Se ha convertido en un símbolo y aunque no es un nutriente, el placer y el estímulo que provoca el ritual de tomarlo hace que tratemos al café como uno de los productos de nuestro día a día.

7.1.1 EL CAFÉ ARABICA

Es un cultivo de altura (de 650 a 2 800 mts.) y de clima subtropical. Requiere de precipitaciones de 190 cm. al año con un periodo seco en el año y de temperaturas superiores a los 21° C. Es muy sensible a las heladas y a los vientos fríos y también, por su modo de reproducción, a saber la autofecundación de flores hermafroditas de una misma planta con su consecuente falta de diversidad en los contenidos genéticos, resulta muy frágil ante las plagas, especialmente la roya.

El café arábica se distingue por tener un grano más grueso y alargado (de 8 a 12 mm) que el robusta, representa el 70% de la producción mundial y su cultivo se ubica principalmente en América del Sur, América Central, México y Etiopía. Por la calidad de sus granos y un proceso de beneficiado más elaborado que el café robusta, es un café muypreciado en los mercados internacionales, por lo que su precio rebasa el precio del robusta. Contiene de 0.8 a 1.6% de cafeína.

7.1.2 CAFÉ CANEPHORA O ROBUSTA

Soporta alturas más bajas que los 650 mts pero no mayores de 1 300 metros. Requiere de precipitaciones entre los 100 y 180 cm al año y de temperaturas mayores de 24 C. Se reproduce por fecundación cruzada entre plantas diferentes, lo que le produce cafetos heterogéneos desde el punto de vista genético y una gran variabilidad entre sus descendientes, lo cual explica su mayor resistencia a las plagas. Con un 30% de la producción mundial, el café robusta se encuentra principalmente en Africa, Asia y Las Filipinas. De granos más diminutos que el arábica (de 5 a 8 mm), contiene de 1,4 a 2.5% de cafeína, por lo cual es utilizado para la elaboración de cafés solubles ya que una parte del contenido de cafeína se pierde en el proceso de industrialización. De sabor menos fino que el arábica, obtiene menores precios en los mercados mundiales.

A continuación se mencionan los factores que determinan la calidad del café desde su producción hasta su transformación en café verde:

- Las especies y variedades de café influyen en su sabor en taza, determinando su cuerpo.
- La altura y la latitud a la que se siembra el café determinará su grado de acidez.
- La región en donde se produce determinará su aroma.
- Es importante que se coseche el café cuando esté maduro y no se revuelva café de diferentes alturas y madurez.[1]

7.2 PRODUCTO TERMINADO: CAFÉ LIOFILIZADO

La Liofilización, es utilizado principalmente en la industria alimentaria para conservación de los alimentos y en la farmacéutica para conservar medicamentos, aunque también se puede utilizar para fabricar materiales como el aerogel o para hacer más conveniente el transporte de ciertos productos por reducción del peso, al no emplear calor, evita en gran medida las pérdidas nutricionales y organolépticas

El café liofilizado es un producto soluble obtenido a través de un sofisticado proceso de congelación. La liofilización o deshidrocongelación es un proceso en el que se congela el producto y posteriormente se introduce en una cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación. De esta manera se elimina el agua desde el estado sólido al gaseoso del ambiente sin pasar por el estado líquido intermediario líquido. Este fenómeno es conocido como “Sublimación”. De modo similar es posible deshidratar el extracto de café previamente congelado. Con el aporte de las calorías necesarias se produce el fenómeno de la Liofilización que consiste en su paso a vapor, sin fundirse previamente, conservando las pequeñas partículas sólidas de café y obteniéndose así, un polvo granulado de café soluble.

Todos los cafés solubles, incluidos liofilizados, al haberse elaborado mediante un proceso de deshidratación, constituyen un producto con muy poca humedad y para cuya conservación es preciso mantenerlos en recipientes herméticamente cerrados.

7.3 PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

7.3.1 TUESTE

La primera etapa para la fabricación de café liofilizado, como cualquier otro tipo de café, pasa, por el tostado de los granos. En este proceso, los granos de café son sometidos a altas temperaturas, las cuales provocan los cambios físicos y químicos necesarios para desarrollar las cualidades que caracterizan el aroma, sabor y color propios del café.

7.3.2 MOLIENDA

Tras el tueste, el grano es sometido al proceso de molienda, durante el cual se produce notablemente su tamaño con el objetivo de aumentar la superficie de contacto y facilitar así, la extracción de los sólidos solubles.

7.3.4 EXTRACCIÓN:

El café tostado y molido se carga en depósitos cerrados donde se le somete a un proceso de extracción sólido-líquido mediante la inyección de agua caliente a alta presión. La fricción de los dos componentes, agua y café, provoca que éste último ceda sus sólidos solubles, con los que se configurará el extracto.

Tras la extracción se realiza una filtración para retirar los componentes no solubles que se hayan podido mezclar con el extracto.

7.3.5 CENTRIFUGACIÓN:

Se centrifuga el líquido para eliminar las partículas no solubles; esto ayudará a evitar el encrustamiento de partículas solubles en las paredes del Evaporador.

7.3.6 EVAPORACIÓN:

Seguidamente se incorpora al extracto aire seco a bajas temperaturas, con el fin de aumentar su porosidad, facilitar la liofilización y permitir el ajuste del peso específico y color del producto final. En este proceso, se logrará eliminar el 50% de agua del líquido; este proceso se efectúa en vacío y a baja temperatura para evitar que el producto desarrolle sabores extraños.

7.3.7 CONGELACIÓN:

Para la fabricación de Liofilizado, el extracto es congelado a temperaturas de -50°C aproximadamente. Durante este proceso, el extracto espumado se envía a los cuartos fríos y se esparce en forma homogénea sobre bandas refrigeradas para que alcance un estado sólido que permita su granulación. Del buen resultado de esta transformación dependerá del tamaño y la forma de la presentación final del producto y la liofilización posterior.

Durante la granulación, el hielo presente en el extracto congelado se elimina mediante sublimación, es decir, evaporándolo por efecto de vacío y temperatura. Esta operación se realiza en cámaras o en túneles de liofilización, que entregan el producto final con la humedad requerida para su empaquetado y venta.

El producto liofilizado resultante se empaqueta al vacío y con cierre hermético con el fin de evitar la acción de humedad y del oxígeno del aire. De este modo, se puede prolongar a temperatura ambiente, el almacenamiento durante un largo tiempo sin peligro que varíen las propiedades de aroma y sabor del café.



Figura. 3 Proceso general de Liofilización

7.4 PROPIEDADES DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

A través de la Metodología propuesta por el laboratorio, se desea determinar la variabilidad de los Análisis realizados para Producto Terminado de Café liofilizado.

7.4.1 PROPIEDADES:

- Densidad
- Polvo
- Oleos
- Color
- Sólidos Insolubles (observaciones).

7.4.2 DENSIDAD:

La densidad es una propiedad intensiva de la materia definida como la relación de la masa de un objeto dividida por su volumen. La masa es la cantidad de materia contenida en un objeto y comúnmente se la mide en unidades de gramos (g). El volumen es la cantidad de espacio ocupado por la cantidad de la materia y es comúnmente expresado en centímetros cúbicos (cm³) o en milímetros (ml) (un cm³ es igual a 1 ml). Por consiguiente, las unidades comunes usadas para expresar la densidad son gramos por milímetros (g/ml) y gramos por centímetros cúbicos (g/cm³).

7.4.3 HUMEDAD MÉTODO RÁPIDO:

- **MÉTODO DE SECADO POR TERMO BALANZA:** Este método se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante.
- **HUMEDAD:** Es la pérdida en peso por evaporación que sufre el producto al ser sometido a altas temperaturas. La determinación de humedad en los alimentos es de suma importancia, ya que un elevado contenido de esta influye en la velocidad de multiplicación de los microorganismos, provocando su descomposición y por lo tanto la pérdida de la calidad sanitaria.

7.4.4 POLVO:

Partículas sólidas con un diámetro menor a los 500 micrómetros (alternativamente, ver polvos, arena o gránulos) y, en forma más general, materia fina.

7.4.5 OLEOS:

Propiedad aceitosa que contiene algunos productos, que al mezclarse con el agua se queda en la superficie de ésta, a causa de la diferencia de densidades que existe entre el agua y los aceites.

7.4.6 SÓLIDOS INSOLUBLES POR MÉTODO DE FILTRACIÓN:

- **PARTÍCULAS INSOLUBLES:** Se refiere a impurezas que pueden ser retenidas en un filtro.
- **SISTEMA DE FILTRACIÓN:** Se utiliza para separar un sólido de un líquido cuando lo que se quiere recuperar es el sólido. Ofrece una menor superficie de filtración para recoger mejor sólido. El hecho de aplicar la succión de vacío permite acelerar la velocidad de filtración.
- **BOMBA DE VACÍO:** la fuerza impulsora para que el líquido atraviese el filtro es la que ejerce la presión atmosférica cuando aplicamos el vacío al sistema. Es el método más rápido y a veces permite filtración de aquellas suspensiones en las que la fuerza de gravedad no es suficiente para el proceso.

7.5 IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES

Las mediciones son muy importantes en toda empresa, pues con base en ellas se evalúa el desempeño de las mismas, de sus equipos, de su gente y se toman decisiones importantes y a veces costosas.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, la calibración de un instrumento de medición se define como el “conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, o los valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los valores correspondientes de una cantidad obtenida por un patrón de referencia.

La misma norma define Ajuste como la “operación destinada a llevar un instrumento de medición a un estado de funcionamiento y exactitud adecuados para su uso.

Es decir, de acuerdo con lo anterior, calibrar solamente significa comparar y no ajustar o arreglar el instrumento como pudiera creerse comúnmente. La calidad de un sistema de medición se caracteriza por sus propiedades estadísticas: insesgado y varianza cero (idealmente). La evaluación de un sistema de medición significa examinar su variación y los factores que la afectan.

7.6 CONCEPTOS BÁSICOS DE R&R:

El proceso de medición requiere generalmente de un instrumento como medio físico para determinar la magnitud de una variable, los instrumentos constituyen una extensión de las facultades humanas y en muchos casos permiten a las personas

Determinar el valor de una cantidad desconocida la cual no podría medirse utilizando solamente las facultades.

El análisis estadístico de datos de mediciones es una práctica común ya que permite obtener una determinación analítica de la incertidumbre del resultado final. Las muestras de datos se obtienen mediante las mediciones repetidas de una variable.

Las condiciones de operación implican que las condiciones externas que controlan el proceso a partir del cual se obtiene el valor medio se mantienen en valores fijos mientras se realiza la prueba. En la práctica de la Ingeniería la habilidad para controlar las condiciones de operación en condiciones verdaderamente fijas puede ser imposible y el término de condiciones de operación fijas debe considerarse en un sentido normal, es decir las condiciones del proceso se mantienen tanto como sea posible. Cualquier tipo de medición requiere de un sistema de medición apropiado que permite medir la calidad de las características de los ensayos a realizar. Un sistema de medición está formado por los instrumentos el cual se mide y por las personas que lo utilizan. Tanto los operadores como el instrumento de medida producen dentro del sistema de medición dos tipos de variaciones: unas que se deben al azar y que son imposibles de eliminar y otras que se producen generalmente por descuido o accidente dentro del proceso y que pueden ser corregidas una vez que se detectan. El estudio de Repetibilidad y reproducibilidad permite calcular la variabilidad de las medidas dentro de cualquier tipo de proceso y determinar si esta variación es aceptable o no.

Dentro de un sistema de medición la repetibilidad y la reproducibilidad son conceptos centrales para el análisis de la variación de los datos, a continuación se describen los conceptos básicos y las metodologías usadas para realizar un estudio de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R).

Los estudios de R&R de las mediciones determinan que porcentaje de la variación observada en el proceso se debe a la interacción de entre las partes (réplicas), al equipo, al operador o a la interacción operador vs parte.

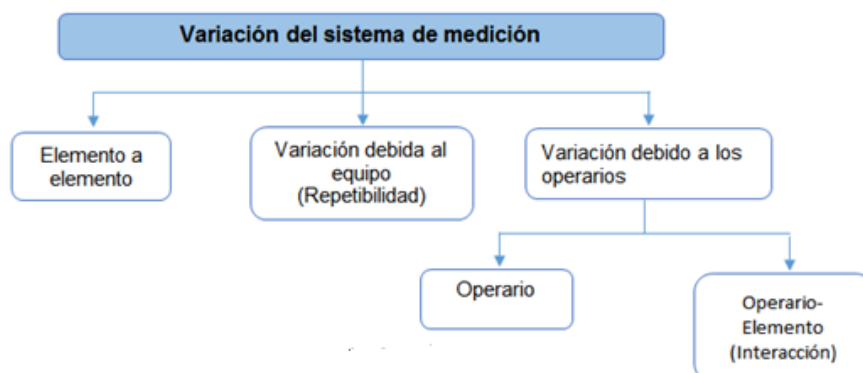


Figura. 4 Variación del sistema de medición

7.7 DEFINICIONES DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

7.7.1 REPETIBILIDAD.

Indica el grado de acuerdo entre resultados mutuamente independientes de un ensayo, obtenidos utilizando el mismo método, en idénticos materiales en el mismo laboratorio, por el mismo operador usando el mismo equipo y en un corto intervalo de tiempo. La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de dispersión características de los resultados.

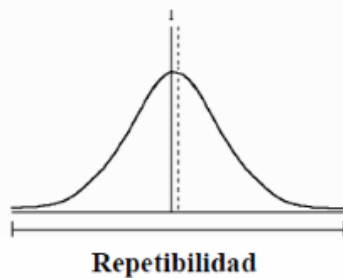


Figura. 5 Representación de Repetibilidad

7.7.2 REPRODUCIBILIDAD

La reproducibilidad es la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando bajo condiciones de mediciones que cambian, ésta se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de la dispersión de los resultados.

Es decir, son los resultados obtenidos de un ensayo obtenido con el mismo método, en idénticos materiales, con diferentes operadores

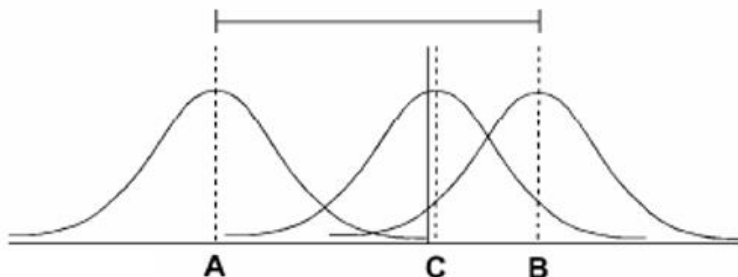


Figura. 6 Representación gráfica de Reproducibilidad

Para que la expresión de reproducibilidad sea válida es necesario especificar las condiciones variables durante el ensayo, las cuales pueden ser:

- Principios de medición
- Métodos de medición
- Observador
- Instrumentos de medición
- Ubicación
- Condiciones de utilización
- Tiempo

Tradicionalmente en los estudios R&R se le conoce como la variabilidad entre las condiciones.

7.8 APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS R&R:

En metrología las aplicaciones de los estudios de Repetibilidad y reproducibilidad se encuentran los procesos de evaluación, validación y análisis de las mediciones, estas Son:

- Evaluación en ensayos de aptitud
- Validación de métodos de Calibración
- Análisis de comparaciones inter- laboratorios
- Evaluación de la Incertidumbre de medición
- Evaluación de cartas de control
- Conocer la variabilidad de mediciones de Instrumentos (GRR según MSA)
- Evaluación de la deriva (estabilidad) de instrumentos.

7.9 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE R&R:

Los métodos aceptables para la determinación de estudios de repetibilidad y reproducibilidad se basan en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, ya sea en forma de rango estadístico (=Valor máximo – valor mínimo) o su representación como varianzas o desviaciones estándar, estos métodos son:

- Rango
- Promedio y Rango
- ANOVA (Análisis de Varianza)

7.9.1 RANGO:

Este método permite una rápida aproximación de la variabilidad de las mediciones, no descompone la variabilidad y reproducibilidad, su aplicación típica es como el método rápido para verificar si la relación R&R no ha cambiado

7.9.2 PROMEDIO Y RANGO:

MSA nos dice que es capaz de detectar sistemas de medición no aceptables, el 80% de las veces con una muestra de sólo 5 mediciones y el 90% de las veces con una muestra de apenas 10 mediciones. Estos porcentajes se refieren a nivel de confianza.

Este método permite una estimación tanto de Repetibilidad como de reproducibilidad, sin embargo, no permite conocer su interacción, esta interacción entre la Repetibilidad y la reproducibilidad o entre el instrumento y el operador puede conocerse, en caso de que exista, con el método ANOVA.

7.10 EVALUACION DE LA REPETIBILIDAD Y LA REPRODUCIBILIDAD (GR&R) (MSA, 1995)

Al método de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R) se le conoce como medias y rangos o método largo.

Los pasos para el estudio son:

1. Calibrar el instrumento
2. Seleccionar 2 o 3 operarios que midan por lo menos dos veces las mismas 10 piezas (numeradas) en orden aleatorio.
3. Seleccionar las piezas que cubran todo el rango de variación de la especificación, incluyendo algunas fuera de ella.
4. Llenar el formato de R&R o usar algún Software

Uno de los métodos a emplear consiste en establecer promedios y rangos con la finalidad de analizar las dispersiones que se obtienen y determinar si las desviaciones son acertadas, posibles sospechosas o si estadísticamente se consideran aberrantes.

7.11 ANÁLISIS POR MEDIAS Y RANGOS DEL ESTUDIO R&R POR MÉTODO LARGO:

Este método, realizado en una hoja de Microsoft Excel, permite descomponer la variabilidad del sistema en dos componentes independientes: la Repetibilidad y la reproducibilidad. Para realizar el análisis por este método se deben seguir los siguientes pasos.

- 1.- Se determinan los equipos que se desean utilizar, el número de operadores y el número de ensayos que debe efectuar cada uno de ellos.
- 2.- Cada operador realiza los ensayos correspondientes en cada equipo y consigna los resultados correspondientes en el formato de análisis fisicoquímicos para producto terminado para su posterior estudio.
- 3.- Los operadores repiten las mediciones, pero esta vez en diferente orden y sin observar las mediciones realizadas anteriormente por sus compañeros.
- 4.- Con los datos del formato se procede a calcular el rango de cada parte del equipo por medio de la ecuación (1).

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (1).$$

- 5.- Se calcula el rango promedio de cada operador utilizando la ecuación (2).

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (2).$$

- 6.- Se calcula el rango promedio de todos los rangos por medio de la ecuación (3)

$$\bar{\bar{R}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{R}_i \quad (3).$$

Dónde:

m: Es el número de operadores y \bar{R}_i es el rango promedio de cada operador.

- 7.- Se calcula el porcentaje de la repetibilidad de las mediciones utilizando la ecuación (4).

$$\% \text{ Repetibilidad} = (k_1 * \bar{R}) * 100\% \quad (4).$$

Dónde:

K_1 = Es una constante que depende del número de mediciones realizadas por cada operador y proporciona un intervalo de confianza del 99% para estas características.

$\bar{\bar{R}}$: Es el rango promedio de todos los rangos

- 8.- Se calcula la medición promedio de cada operador, utilizando la ecuación (5).

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{nr} \sum_{i=1}^n X_i \quad (5).$$

Donde:

n: Es el número de ensayos por operador, r es el numero departes y X_i es cada una de las medidas del operador.

9.- Se calcula la diferencia entre el promedio mayor y el promedio menor de los operadores por medio de la ecuación (6).

$$\underline{X}_D = X_{imáx} - X_{min} \quad (6).$$

10.- Se calcula el porcentaje de la reproducibilidad por medio de la ecuación

$$\% \text{Reproducibilidad} = \sqrt{\frac{(K_2 \cdot \underline{X}_D)^2 - (K_1 \bar{R})^2}{nr}} * 100\% \quad (7)$$

Donde:

K_2 : Es una constante que depende del número de operadores y proporciona un intervalo de confianza del 99% para estas características.

\underline{X}_D : Es la diferencia entre el promedio mayor y el promedio menor de los operadores

n: Es el número de ensayos por operador

r: es el número de partes medias

11.- Se calcula el porcentaje de la relación entre la repetibilidad y la reproducibilidad mediante la ecuación (8).

$$\%R\&R < 10\% \text{ el sistema de medición es aceptable}$$

Se interpretaran los resultados obtenidos por medio de los siguientes criterios:

1. Si $\%R\&R < 10\%$ el sistema de medición es aceptable
2. Si $10\% \leq \%R\&R < 30\%$ el sistema de medición puede ser aceptable según su uso, aplicación, costo del instrumento, costo de reparación.
3. Si $\%R\&R > 30\%$ el sistema de medición es considerado como no aceptable y requiere de mejoras en cuanto al operador, equipo, método, condiciones, etc.

Se concluye que:

1. Si la **repetibilidad** es grande comparada con la reproducibilidad, las razones posibles son:
 - a) El calibrador necesita mantenimiento
 - b) El calibrador debería ser diseñado para ser más rígido
 - c) Mejorar la sujeción o localización de la pieza o equipo
 - d) Existe mucha variación entre las piezas.

2. Si la **reproducibilidad** es mayor comparada con la repetibilidad, las causas posibles son:

- a) El operario necesita entrenamiento en el uso del calibrador
- b) Las calibraciones en la escala del instrumento no están claras
- c) Tal vez sea necesario usar algún dispositivo de fijación del calibrador para que el operario lo pueda usar con facilidad

7.12 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE ESTUDIOS R&R:

Una vez que se han determinado los valores de Repetibilidad y Reproducibilidad es útil llevar a cabo un análisis de los resultados mediante las siguientes técnicas:

- Consistencia Grafica
- Límites y Valores numéricos

7.13 MÉTODO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA):

La técnica del Análisis de Varianza (ANOVA) es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los datos de los diseños experimentales. Se utiliza cuando queremos contrastar más de dos medias, por lo que puede verse como una extensión de la prueba t para diferencias de dos medias.

El ANOVA es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos experimentales cuyo valor ha sido constatado en muy diversas circunstancias. Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable.

Los modelos que permite construir el ANOVA pueden ser reducidos a la siguiente forma:

(Valor observado) = \sum (Efectos atribuibles) + \sum (Efectos no atribuibles o residuales)

El valor observado se refiere al que se obtiene en la variable cuantitativa dependiente. Los efectos atribuibles son parámetros o variables aleatorias que son el resultado de cambios en los factores o variables dependientes y, por tanto, atribuibles a ellos. Aquellos efectos no atribuibles a ningún factor controlado se denominan efectos residuales o variables aleatorias residuales.

El ANOVA está basado en ciertos supuestos, unos más plausibles que otros, acerca de dichas aleatorias. Es evidente que cuantos más factores introduzcamos menos cantidad de variación residual (error) quedará por explicar. Por siempre quedará alguna variación residual.

El método ANOVA viene desarrollado en la mayoría de libros y referencias estadísticas y análisis de datos, sin embargo aplicado a las mediciones encontraremos un mejor desarrollo de las mismas normas.

El estudio R&R (anidado) utilizado por el método ANOVA para evaluar la repetibilidad y reproducibilidad, para analizar la reproducibilidad dentro de sus componentes operador- operador- parte.

Para el caso de pruebas destructivas de cada lote es medido por cada operador entonces realizar el estudio R&R (Nested); si todos los operadores miden partes de cada uno de los lotes, entonces usar el estudio R&R (Crossed).

En resumen siempre que cada operador mida diferentes partes se tiene un estudio R&R anidado.

Los datos se estructuran de manera que cada fila contenga el número o nombre de la parte, el operador y la medición observada.

Las partes y operadores pueden ser textos o números, la parte es anidada dentro del operador, debido a que cada uno de los operadores mide partes únicas. Las ventajas de la técnica de ANOVA comparada con el método de Promedio y Rango son:

- Es posible manejar cualquier arreglo o estructura experimental
- Es posible estimar las varianzas más exactamente
- Se obtiene mayor información de los datos experimentales
- Permite conocer la interacción entre la repetibilidad y la reproducibilidad
 - Reproducibilidad
 - Condición

Las desventajas son que su computación numérica es más compleja, desventaja que sin embargo puede ser resuelta mediante el uso de herramientas de análisis de datos como los que proporciona el programa de la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

8.- RECURSOS UTILIZADOS PARA LLEVAR ACABO EL PROYECTO

A continuación se enlistan los recursos utilizados por medio Sistematizado:

RECURSOS HUMANOS	EQUIPOS
3 Operadores	Determinación de Humedad: mb45
3 Operadores	Densidad por Caída Libre: DLC-1000
3 Operadores	Konica Minolta: Spectrophotometer CM-5

Tabla 1. Recursos Humanos- Equipos, para la realización del proyecto sistematizado

A continuación se enlistan los recursos utilizados por medio Visual:

RECURSOS HUMANOS	EQUIPOS
3 Operadores	Pruebas con presencia de Oleos en distintas calificación (1,2 y 3)
3 Operadores	Pruebas con presencia de Sedimentos en distintas calificación (1, 2 y 3)
3 Operadores	Pruebas con presencia de polvo con distintas calificación. (1, 2 y 3)

Tabla 2. Recursos utilizados para las pruebas visuales



Figura. 9 Termo balanza MB-45



Figura. 7 DLC-1000



Figura. 8 Spectrophotometer CM-5

9.- DESARROLLO DEL PROYECTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

El proyecto se desarrolla específicamente en el Laboratorio de Fisicoquímicos del laboratorio de CAFESCA. Se llevó a cabo el análisis de la problemática y se procedió a la Identificación de la causa de la raíz.

Me retroalimenté con la información sobre la realización correcta conforme a las técnicas, así como también a la correcta calibración de los Equipos.

Realice y practiqué cada uno de los métodos y me apegue lo más posiblemente a las técnicas proporcionadas por la empresa, posteriormente procedí a la recolección de las muestras a evaluar. Tomando como referencia productos con Límites Inferiores y superiores para después tomar los valores Intermedios. Para las pruebas realizadas en equipos, se lograron obtener muestras con diferentes valores alejados a los límites, por lo contrario, con las pruebas realizadas visualmente, ya que la empresa sólo maneja 4 calificaciones.

Se evaluó a los operadores, con las muestras recolectadas, éstas de forma aleatorias y sin rotulación, esto con el fin de que ellos no lograran identificar entre cada parte. Se realizó cada prueba por día entre los tres operadores, con el fin de minimizar el margen de error entre cada operador por prueba.

Una vez realizada todas las pruebas, realicé un programa estadístico, basado conforme la teoría para Métodos y Técnicas de AMSA.

9.1 PROCEDIMIENTO MEDIANTE MSA:

- 1) Se Recolectaron muestras de Producto Terminado, a la cual se le realizaron análisis de Densidad, Color por Cónica, Humedad, Sólidos Insolubles, Oleos y Polvo.
- 2) Se seleccionaron tres operadores para conducir el estudio:
 - Operador A: Odilio Reyes
 - Operador B: Karina Tomas
 - Operador C: Luis Gómez

- 3) Se seleccionaron los 3 equipos a los que realizaron la prueba:
 - Equipo para determinación de Humedad por método rápido: MB-45
 - Equipo para la determinación de Densidad por Caída Libre: DLC-1000
 - Equipo para la Determinación de Color: Spectrophotometer CM-5.
- 4) Cada operador realizo la prueba repitiéndola 3 veces en cada uno de los equipos mencionados anteriormente.
- 5) El operador realizo la prueba de cada equipo de acuerdo a los instructivos.
- 6) Se obtuvo la primera medición del Operador A (Odilio Reyes) para los 3 equipos
- 7) Se obtuvo la primera medición del Operador B (Karina Tomas) para los 3 equipos.
- 8) Se obtuvo la primera medición del Operador C (Luis Gómez) para los 3 equipos.
- 9) Para este paso se repiten los tres pasos anteriores hasta completar el número de ensayos que se eligieron. En cada medición realizada el operador no debe conocer cuáles fueron sus mediciones anteriores sobre ella, menos las reportadas por los operadores.
- 10) Se capturan los datos de los Análisis tomados por los analistas
- 11) Se realizó el análisis estadístico de los datos, esto por medio de una hoja de Cálculo de Excel, realizada por el residente técnico.
- 12) Se realizó también, el análisis por medio del Software Minitab.

Una vez que se han determinado los valores de reproducibilidad y repetibilidad se hace uso de un software para un análisis más claro del estudio. Utilizamos el minitab para desarrollar un análisis gráfico

10. RESULTADOS POR METODO LARGO VS METODO ANOVA 10.1 PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO LARGO)

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Mensurando: HUMEDAD Nombre del Equipo: Termobalanza MB-45
 Prueba: Sistematizada Unidades: %
 Especificación: LSE Identificación del Equipo:
LIE Fecha: 5 de Mayo de 2016
 Realizado por: Nancy H.

Operario/ # de Prueba	Mensurando										Media
	UZI	LIX	LOU	VS-1	RO3	HMI	RWX	PIP	FES		
1.- OR 1	2.73	7.02	4.25	6.68	3.83	2.85	5.36	4.10	2.10		4.32
2.- 2	2.83	6.90	4.32	6.62	3.95	2.90	5.48	4.07	2.12		4.35
3.- 3	2.84	6.95	4.22	6.60	3.88	2.95	5.40	4.16	2.16		4.35
6.- Media	2.80	6.96	4.26	6.63	3.89	2.90	5.41	4.11	2.13		Xa= 4.34
7.- Rango	0.11	0.12	0.10	0.08	0.12	0.10	0.12	0.09	0.06		Ra= 0.100
8.- KT 1	2.84	6.82	4.26	6.70	3.89	2.92	5.39	4.09	2.07		4.33
9.- 2	2.83	7.06	4.34	6.72	3.92	2.95	5.56	4.16	2.17		4.41
10.- 3	2.79	6.88	4.28	6.67	3.98	3.02	5.69	4.11	2.22		4.40
13.- Media	2.82	6.92	4.29	6.70	3.93	2.96	5.55	4.12	2.15		Xb= 4.38
14.- Rango	0.05	0.24	0.08	0.05	0.09	0.10	0.30	0.07	0.15		Rb= 0.126
15.LG 1	2.76	6.96	4.36	6.68	3.8	2.97	5.37	4.13	2.14		4.35
16.- 2	2.86	7.03	4.27	6.70	3.89	2.90	5.45	4.10	2.20		4.38
17.- 3	2.82	7.02	4.31	6.62	3.90	2.95	5.42	4.18	2.17		4.38
20.- Media	2.81	7.00	4.31	6.67	3.86	2.94	5.41	4.14	2.17		Xc= 4.37
21.- Rango	0.10	0.07	0.09	0.08	0.10	0.07	0.08	0.08	0.06		Re= 0.081
22.- Media pzas.	2.81	6.96	4.29	6.67	3.89	2.93	5.46	4.12	2.15		X= 4.36
23.-	[Ra=]+[Rb]+[Rc]/[#Numero de Operador=3]										Rp= 4.810
24.-	[Max X=]-Min X =] =Xdif=										R= 0.102
25.-	[R =]*[D4* =] = UCLr=										Xdiff= 0.039

RA=	0.10
RB=	0.13
RC=	0.08
R=	0.10

# DE INTENTOS	D4
3	2.57

LCSR =	R*D4
LCSR=	0.263

X Max	4.383
X Min	4.34

X Diff=	0.04
---------	------

LSC X=	X + A2 X R
LSC X=	4.47

A2=	1.023
-----	-------

LICX =	X - A2 *R
LIC X	4.26

Tabla 3. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Humedad

Para la tabla 3., se obtienen los valores tomando en cuenta parte a parte de los operadores, en la cual podemos notar que de los 3 operadores, el Operador Karina Tomas tiene el valor Media promedio (X) más alto con 4.38, siendo Odilio Reyes el que tiene el valor Medio promedio (X) mínimo con 4.36.

Para la desviación estándar del proceso (R), se obtiene un valor de 0.102; y para el valor promedio de los rangos de las mediciones (Rp) se obtiene un valor de 4.81. Cabe mencionare que el equipo no tiene límite de tolerancia, ya que su valor dependerá de las especificaciones a fines que requiera la empresa.

10.1.1 HOJA R&R PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO LARGO)

Reporte de Resultados R&R		
Fecha: 5 de Mayo de 2016	Nombre de Patrón: _____	
Número de Parte: _____	Unidad: %	
Prueba: Sistematizada	Identificación del Equipo: _____	
Especificación: _____ LSE		
_____ LIE		
Realizado por: Nancy H.		
Rp= 0.102	Rp= 4.810	XDiff= 0.039
Análisis de Mediciones Unitarias	% de variaciones Totales (TV)	
Repetibilidad - Variaciones de Equipo (EV)	Repetibilidad	
EV= R*K1	%EV= 100[EV/TV]	
EV= 0.312	%EV= 3.88	
Reproducibilidad-Variación de Estimador (AV)	Reproducibilidad	
$AV = [(Xdiff * K_2)^2 - \frac{EV^2}{nr}]^{1/2}$	%AV= 100[AV/TV]	
AV= 0.085	%AV= 1.054	
	n= número de partes	
	r= # de intentos	
Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R)	Reproducibilidad y Repetibilidad	
$R\&R = [EV^2 + AV^2]^{1/2}$	%R&R= 100[R&R/TV]	
R&R= 0.323	%R&Rr= 4.019	
Variación de la Parte (PV)	Variación de Partes	
$PV = R_p * K_3$	%PV= 100 [PV/TV]	
PV= 8.03	%PV= 99.92	
Variación Total (TV)		
$TV = (R\&R^2 + PV^2)^{1/2}$	Resultado: 3.99%	
TV= 8.039		
El Sistema de Medición es aceptable		

Tabla de Valores para Constantes					
Número de Ensayos	2	3	4	5	
K1	4.56	3.05	2.5	2.21	
Número de Operadores	2	3	4	5	
K2	3.65	2.7	2.3	2.08	
Número de Partes	5	6	7	8	9
K3	2.08	1.93	1.82	1.74	1.67
					1.62

n	A2	D3	D4	d2
2	1.88	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	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

Tabla 4. Hoja de R&R para el método de Humedad

A continuación, en la tabla 4, se obtienen los valores de medición mediante los resultados de Reproducibilidad y Repetibilidad.

Medición	Valor	Conclusión de Resultado
Repetibilidad	3.85%	Conforme a la teoría regida por las directrices del AIAG, indican que cuando la Repetibilidad es mayor que la reproducibilidad, entonces, el Calibrador o Equipo necesitan mantenimiento, debería ser diseñado para ser más rápido o mejorar la localización de este.
Reproducibilidad	1.05%	
R&R	3.99%	Interpretando el resultado final de ambas mediciones, en teoría cuando R&R <10% el sistema de medición es aceptable.

Tabla 5. Interpretación de Resultados de R&R

10.1.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR MÉTODO ANOVA (MINITAB)

Hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición

Partes: 9 Operadores: 3
Réplicas: 3 Total de corridas: 81

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Medición

Nombre del sistema de medición : Humedad

Fecha del estudio:

Notificado por: Nancy H.

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	8	205.814	25.7267	8007.55	0.000
Operadores	2	0.025	0.0126	3.92	0.041
Partes * Operadores	16	0.051	0.0032	0.94	0.535
Repetibilidad	54	0.185	0.0034		
Total	80	206.076			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Cuando el Intervalo de confianza es de aprox. 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α . Para esta prueba, tenemos un intervalo de confianza de 99.87%, la interacción Partes*Operadores no es significativa, los operadores y las partes si lo son ya que son menor. Así que podríamos decir, que este sistema de medición indicará ser aceptable.

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.00372	0.13
Repetibilidad	0.00338	0.12
Reproducibilidad	0.00034	0.01
Operadores	0.00034	0.01
Parte a parte	2.85815	99.87
Variación total	2.86187	100.00

Contribución Porcentual: Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el % de Contribución es decir, lo estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

Por lo que el % Contribución= $(2.85815/2.86187) * 100 = 99.87\%$.

Observamos que solo el 0.13% de la variación total se debe al sistema de medición, y el resultado fue de 99.87% de la variación total en las mediciones se debe a las diferencias entre partes. Este % de Contribución alto se considera aceptable, ya que significa que el sistema de medición puede distinguir entre las partes evaluadas.

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. (%VE)
Gage R&R total	0.06101	0.3661	3.61
Repetibilidad	0.05815	0.3489	3.44
Reproducibilidad	0.01849	0.1109	1.09
Operadores	0.01849	0.1109	1.09
Parte a parte	1.69061	10.1436	99.93
Variación total	1.69171	10.1502	100.00

Número de categorías distintas = 39

Se utiliza la Variación Porcentual del estudio, para comparar la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

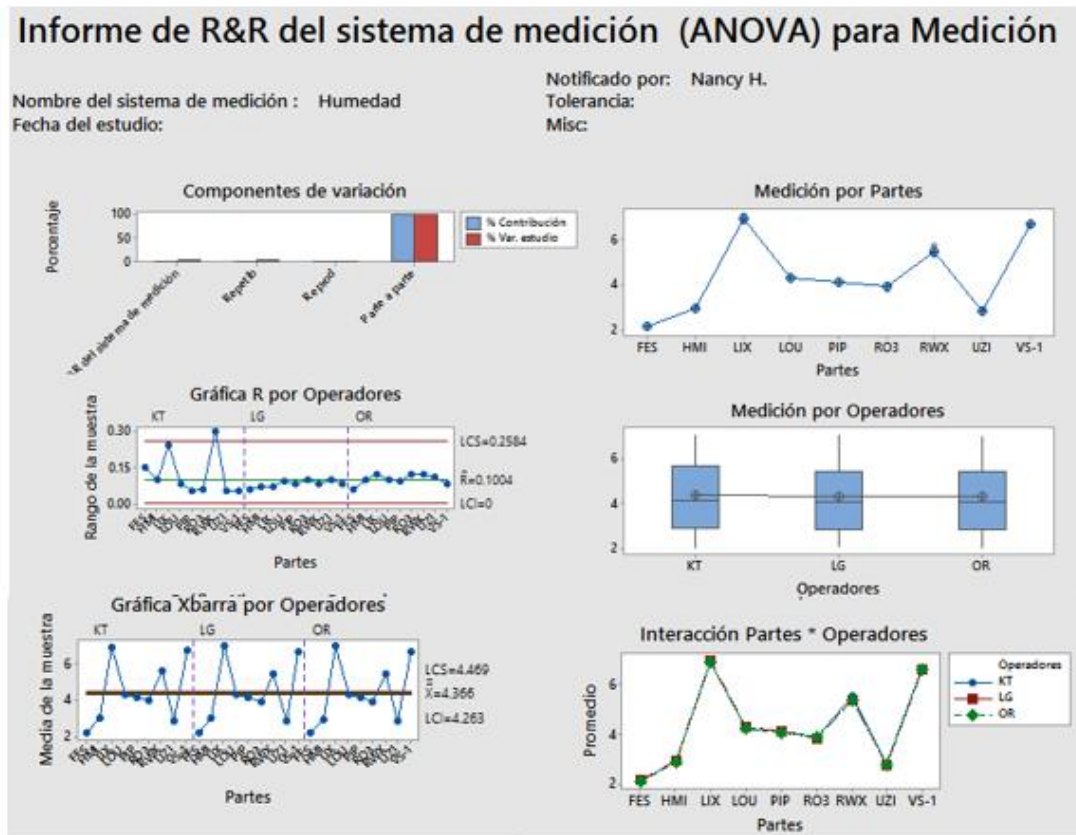
$$\%Var = (0.3661 / 10.1502) * 100 = 3.6069$$

La Variación del proceso se define como $6s$. Donde s es la desviación estándar. Es decir, $s = 0.102$ (ver tabla 1.1 cuando $R = 0.102$.)

Número de Categorías:

Cuando el número de categorías es mayor a 5 el sistema es Aceptable, por lo tanto, para esta prueba con 39 categorías, indica que el sistema puede distinguir entre partes de manera excelente.

10.1.3 MÉTODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.



Gráfica 1. Determinación de Humedad

Conforme a la gráfica para componentes de variación, la contribución y la variación del estudio son identificadas por el sistema de medición, para R&R nos demuestra la gráfica un valor entre 0 y 50, lo que significa que el dato valorado por el método estadístico (Tabla 1.1) es correcto. La Gráfica de medición por partes, muestra todas las mediciones del estudio organizadas por parte. Anova representa a los círculos vacíos como las mediciones y los Sólidos, como las medias de las mediciones.

Lo ideal es que las mediciones de cada parte muestren poca variación (es decir, los círculos vacíos estén cerca de cada parte). Y que los promedios varíen lo suficiente para que las diferencias entre las partes sean claras.

Para ambas las gráficas R y X compara la variación parte a parte por promedio, los límites de control (LCS y LCI) se basan en el número de mediciones en cada promedio y el estimado por la repetibilidad, es decir, que para esta prueba muchos puntos están por encima o por debajo de los límites de control. Indica que la variación parte a parte es más grande que la variación del dispositivo de medición, es decir la Termo balanza MB-45.

En la gráfica mediciones por operador, cuando la línea esta paralela al eje X, indica que los operadores están midiendo las partes de forma similar, en promedio. Es decir, las partes se están midiendo de manera uniforme, aproximadamente con la misma variación.

Interacción Operador por parte:

Aquí se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

<i>Este patrón indica...</i>	<i>Entonces...</i>
<i>Las líneas son virtualmente idénticas</i>	Los operadores están midiendo las partes de forma similar.
<i>Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.</i>	Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.
<i>Las líneas no son paralelas ni se cruzan.</i>	La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica mostrada anteriormente (grafica 1) las líneas están muy cerca una de la otra. Lo que significa que aparentemente los operadores están midiendo las partes de forma similar, lo más apegado al manual técnico para la determinación de dicho análisis.

Conclusión para el análisis de determinación de Humedad por ambos métodos, demuestran que la variación del estudio (R&R) es menor al 10%, de acuerdo a las directrices AIAG, este sistema **es aceptable**. Además de que las pruebas fueron aptas para el estudio R&R, ya que comparando ambos métodos dan aproximadamente los mismos resultados.

Cabe mencionar, que conforme a los resultados obtenidos podemos concluir con que el personal está capacitado para la realización del análisis.

10.2 DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA POR MÉTODO LARGO (EXCEL).

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD	
Mensurando: <u>Konica Minolta</u>	Nombre del Equipo: <u>Spectrophotometer CM-5</u>
Prueba: <u>Sistematizado</u>	Unidades: _____
Especificación: <u>LSE</u>	Identificación del Equipo: _____
<u>LIE</u>	Fecha: _____
	Realizado por: <u>Nancy H.</u>

Operario / # de Prueba	Mensurando							Media
	ST	KM	TP	AB	DR	ZZ	MA	
1.- OR 1	40.79	42.66	43.70	43.81	45.30	40.95	48.80	43.72
2.- 2	40.98	42.41	43.19	43.91	45.18	40.83	48.64	43.59
3.- 3	40.92	42.18	43.22	43.94	45.63	40.61	48.47	43.57
6.- Media	40.90	42.42	43.37	43.89	45.37	40.80	48.64	Xa= 43.62
7.- Rango	0.1900	0.4800	0.5100	0.1300	0.4500	0.3400	0.3300	Ra= 0.347
8.- KT 1	40.79	42.33	43.44	43.73	45.18	40.67	48.19	43.48
9.- 2	40.65	42.44	43.26	44.10	45.32	40.83	48.04	43.52
10.- 3	40.69	42.39	43.47	43.66	44.86	40.60	48.23	43.41
13.- Media	40.71	42.39	43.39	43.83	45.12	40.70	48.15	Xb= 43.47
14.- Rango	0.14	0.11	0.21	0.44	0.46	0.23	0.19	Rb= 0.2543
15.LG 1	42.21	42.30	43.14	44.03	45.17	40.96	48.02	43.69
16.- 2	40.96	42.42	43.24	43.84	45.02	40.57	48.28	43.48
17.- 3	42.21	42.35	43.36	44.06	44.86	40.57	48.49	43.70
20.- Media	41.79	42.36	43.25	43.98	45.02	40.70	48.26	Xc= 43.62
21.- Rango	1.25	0.12	0.22	0.22	0.31	0.39	0.47	Rc= 0.4257
22.- Media pzas.	41.13	42.39	43.34	43.90	45.17	40.73	48.35	X= 43.57
								Rp= 7.62
23.-	[Ra=]+(Rb)+[Rc]/[#Numero de Operador=3]							R= 0.34
24.-	[Max X]-Min X =Xdif=							Xdif= 0.15
25.-	[R =]*[D4* =] = UCLr=							

RA=	0.35
RB=	0.25
RC=	0.43
R=	0.34

# DE INTENTOS	3	2.57
LCSR =	R*D4	0.880
LCSR=		
X Dif=		0.15

X Max	43.622
X Min	43.62

LSC X=	X + A2 X R
LSC X=	43.92

LJCX =	X - A2 *R
LJCX	43.22

A2=	1.023
-----	-------

Tabla 6. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Konica Minolta

Para la tabla 6., en el método estadístico largo, vemos dos igualdades en promedio de dos operadores; Odilio Reyes con valor X media promedio = 43.62 y Luis Gómez con Valor X media promedio de 43.62. Siendo Karina Tomas con valor de X media mínima = 43.47. El equipo Spectrophotometer tiene una tolerancia permisible de ± 0.5 . Lo que significa que ambos operadores cumplen con el margen de error permisible por el equipo. Se obtienen por este método, un valor de desviación estándar de proceso (R)= 0.34 y un Valor promedio de Rangos de (Rp) de 7.62.

10.2.1 HOJA R&R PARA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA:

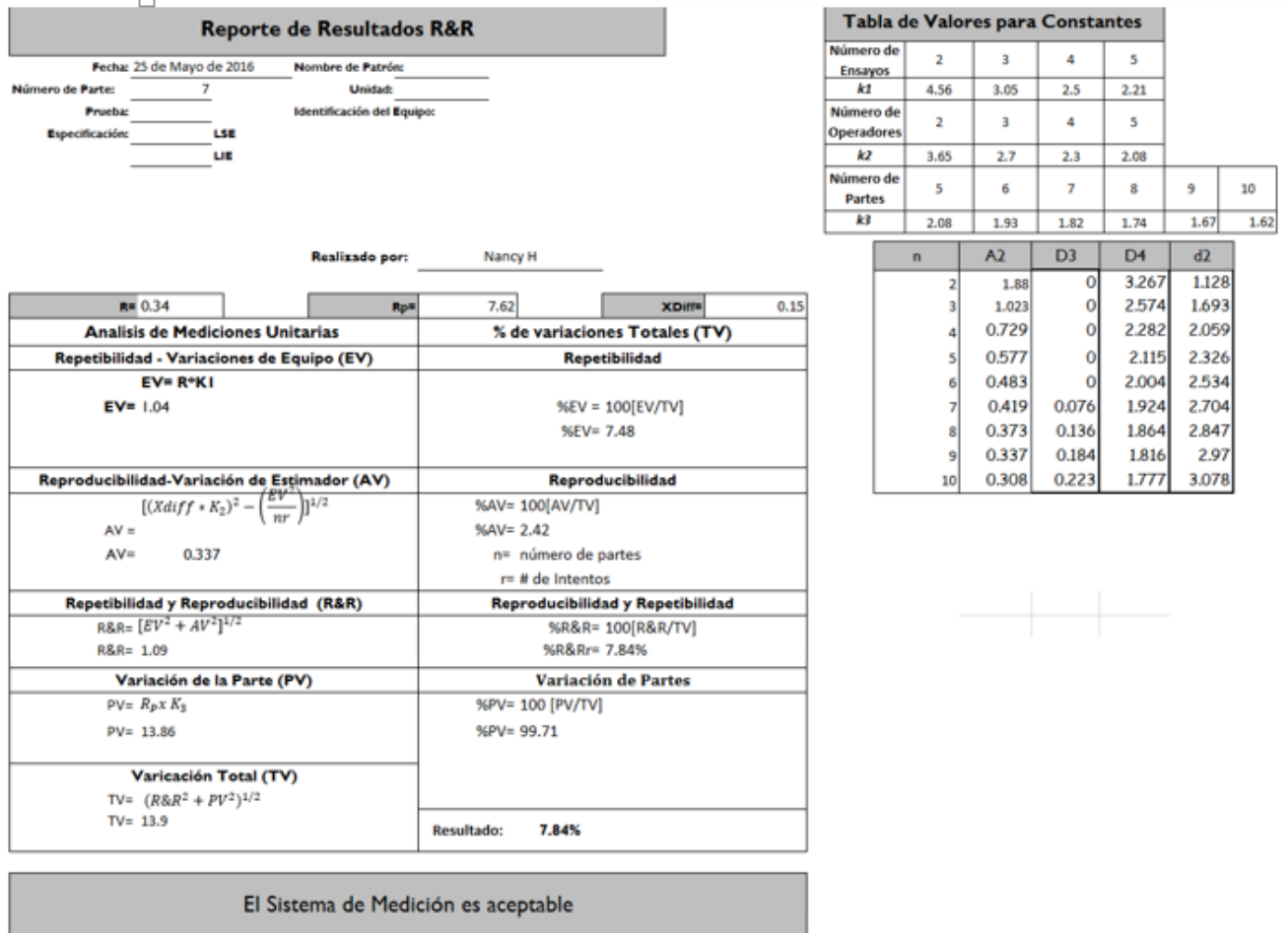


Tabla 7. Hoja de R&R para el método de Konica Minolta

En la Tabla 7., se observa los valores de Repetibilidad y Reproducibilidad en función de las partes evaluadas por los operadores y las desviaciones del equipo.

Medición	Valor	Conclusión de Resultado
Repetibilidad	7.48%	Conforme a la teoría regida por las directrices del AIAG, podemos concluir que al tener una Repetibilidad mayor a la Reproducibilidad, con 7.48 % a 2.42%, el equipo necesita mantenimiento, debería ser más rápido o es necesario mejorar su localización
Reproducibilidad	2.42%	
R&R	7.84%	El valor final de ambas mediciones, nos dan un valor con sistema de medición aceptable, esto basado en teoría cuando R%R es <10%

Tabla 8. Interpretación de Resultados de R&R

10.2.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO, POR MÉTODO ANOVA

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	6	368.618	61.4364	314.168	0.000
Operadores	2	0.325	0.1626	0.831	0.459
Partes * Operadores	12	2.347	0.1956	3.729	0.001
Repetibilidad	42	2.203	0.0524		
Total	62	373.493			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Cuando el Intervalo de confianza es de aprox. 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α .

Para esta prueba, tenemos un intervalo de confianza de 98.55% con un P (partes*operadores) de 0.001 menor a α , aunque con operadores no sea significativo, podríamos decir, que este sistema de medición indicará ser aceptable.

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.10015	1.45
Repetibilidad	0.05245	0.76
Reproducibilidad	0.04770	0.69
Operadores	0.00000	0.00
Operadores*Partes	0.04770	0.69
Parte a parte	6.80454	98.55
Variación total	6.90469	100.00

Contribución porcentual: Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el % de Contribución es decir, lo estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

% Contribución= $(6.80454/6.90469) * 100 = 98.55\%$.

Observamos que solo 1.45% de la variación total de los datos se debe al sistema de medición, mientras como Resultado de contribución fue de **98.55%** es de la variación total debida a la diferencia entre los elementos medidos. Este % de Contribución alto se considera aceptable, ya que significa que el sistema de medición puede distinguir entre las partes evaluadas.

Variación Porcentual del Estudio

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.31646	1.8988	12.04
Repetibilidad	0.22901	1.3741	8.72
Reproducibilidad	0.21841	1.3105	8.31
Operadores	0.00000	0.0000	0.00
Operadores*Partes	0.21841	1.3105	8.31
Parte a parte	2.60855	15.6513	99.27
Variación total	2.62768	15.7661	100.00

Número de categorías distintas = 11

Se utiliza la Variación Porcentual del estudio, para comparar la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

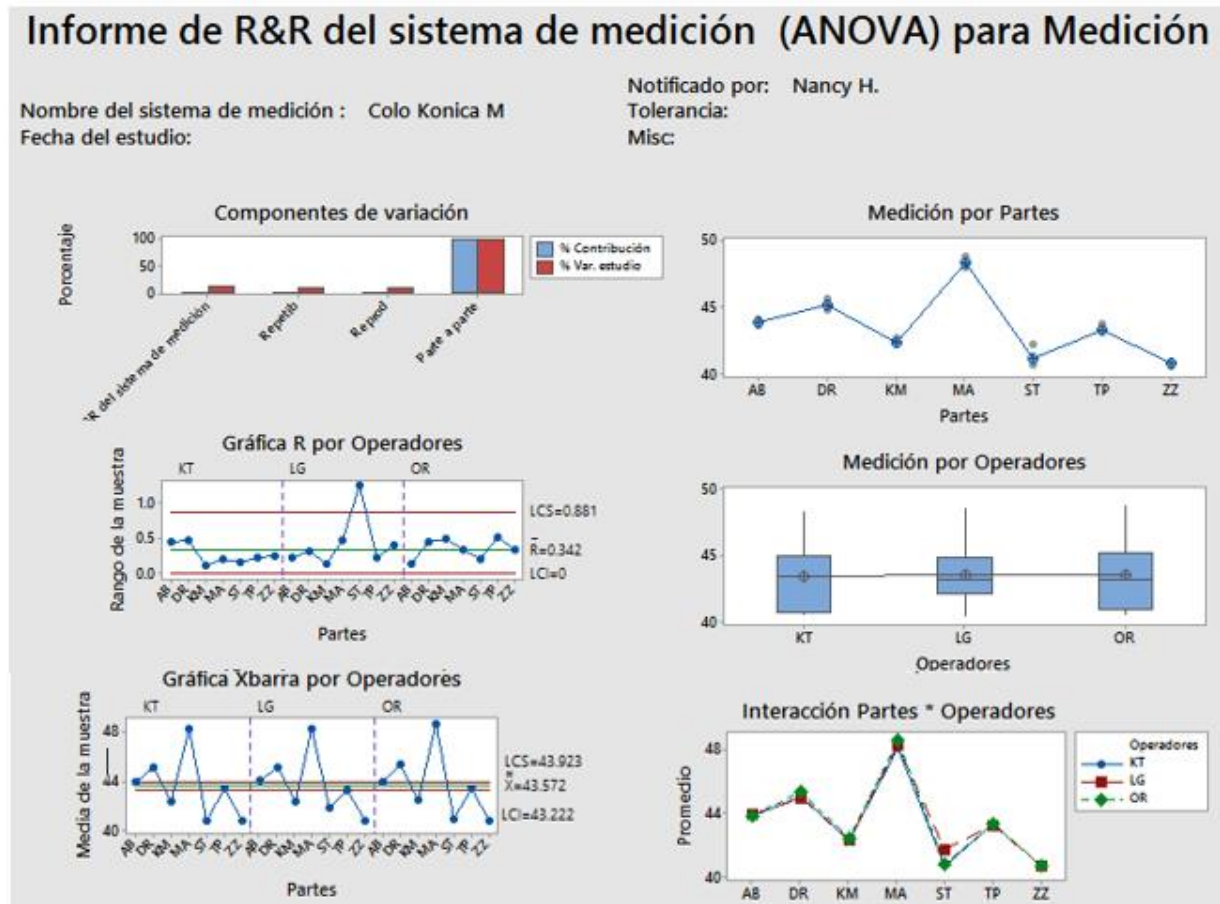
% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

$\%Var = (1.8988 / 15.7661) * 100 = 12.04$. Es decir, la Variación del proceso se define como 6s. Donde s es la desviación estándar. Cuando, $s = 0.342$. (Ver tabla 6. cuando $R = 0.342$.)

Número de Categorías:

El sistema reconoció 11 categorías distintas, es decir, el sistema es Aceptable ya que distinguió entre partes de manera excelente.

10.2.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA POR MÉTODO ANOVA:



Gráfica 2. Determinación de Konica Minolta
Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la gráfica para componentes de variación, se observó que el porcentaje de contribución parte a parte es más grande que el sistema de medición R&R, lo cual indica que la mayor parte de la variación es debida a la diferencia de rangos de las partes medidas por los operadores. Para Medición por partes obtenida del estudio R&R, demuestra que existen diferencias entre las partes, indicando que las partes evaluadas son adecuadas para el estudio. Para ambas graficas R y X, muchos puntos de los límites de control (LCS y LCI), están por encima de los límites, lo que indica que la variación parte a parte es más grande que la variación del dispositivo de medición. Así mismo, en la Grafica R, se pueden diferenciar las diferencias de las pruebas realizadas por los operadores. Para las mediciones por operador, a pesar que las líneas no conectan entre sí, las líneas siguen siendo paralela al eje X, esto quiere decir que los operadores están midiendo las partes de

Forma similar, en promedio. Es decir, las partes se están midiendo de manera uniforme, aproximadamente con la misma variación.

Para la Interacción Operador* parte se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Este patrón indica...

Las líneas son virtualmente idénticas

Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.

Las líneas no son paralelas ni se cruzan.

Entonces...

Los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica 2. Mostrada anteriormente, aunque las líneas estén cerca, el ángulo de intersección del operador LG, es ligeramente alto, lo que provoca una mayor intersección. Esto significa, que el operador realizó mediciones ligeramente diferentes a los demás. Aun así, las líneas tienen a ser paralelas, por lo tanto la interacción no es significativa y esto no afecta al análisis realizado.

Conclusión para el análisis de determinación de Konica Minolta, es que por ambos métodos, demuestran que la variación del estudio (R&R) es menor al 10%, de acuerdo a las directrices AIAG, este sistema es **acceptable**. Así mismo, que los dos métodos y las pruebas utilizadas para la realización de este, fueron aptos para el estudio de R&R ya que en ambos métodos reconocen la diferencia entre partes.

Para este método, se ve en la gráfica 2, para la parte Interacción*partes, vemos una diferencia de medición para el operador LG, en cuanto a la línea de intersección. Aun así, el método del operador, no afecta a la técnica. Por último, concluimos que el personal, si está capacitado para realizar dicha prueba.

10.3 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE (MÉTODO LARGO)

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Mensurando: <u>Densidad por Caída Libre</u>	Nombre del Equipo: _____
Prueba: _____	Unidades: _____
Especificación: _____ LSE	Identificación del Equipo: _____
_____ LIE	Fecha: <u>9 de Mayo de 2016</u>
	Realizado por: <u>Nancy H.</u>

Operario/ # de Prueba	Mensurando								Media
	TPO	G	XML	C	B	CK	POOL	KGI	
1.- OR 1	196.19	212.00	224.97	226.46	233.71	241.97	248.12		226.203
2.- 2	194.95	211.83	224.96	226.89	233.05	240.58	248.22		225.783
3.- 3	196.08	211.69	223.58	226.50	232.97	241.10	248.31		225.747
6.- Media	195.74	211.84	224.50	226.62	233.24	241.22	248.22	0.00	Xa= 225.91
7.- Rango	1.24	0.31	1.39	0.43	0.74	1.39	0.19	0.00	Ra= 0.81
8.- KT 1	194.26	214.30	224.64	226.33	232.30	242.32	248.17		226.046
9.- 2	195.43	213.80	224.77	226.27	232.98	242.47	247.98		226.243
10.- 3	194.46	213.93	223.73	226.51	234.30	243.53	248.37		226.404
13.- Media	194.72	214.01	224.38	226.37	233.19	242.77	248.17	0.00	Xb= 226.23
14.- Rango	1.17	0.50	1.04	0.24	2.00	1.21	0.39	0.00	Rb= 0.94
15.LG 1	197.57	212.00	223.15	227.27	232.71	242.90	248.23		226.261
16.- 2	196.84	211.93	224.58	226.42	232.52	240.72	248.44		225.921
17.- 3	197.43	212.07	224.33	226.19	233.25	242.25	248.45		226.281
20.- Media	197.28	212.00	224.02	226.63	232.83	241.96	248.37	0.00	Xc= 226.15
21.- Rango	0.73	0.14	1.43	1.08	0.73	2.18	0.22	0.00	Rc= 0.93
22.- Media pzas.	195.91	212.62	224.30	226.54	233.09	241.98	248.25	0.00	X= 226.10
									Rp= 52.342
23.-	[Ra]+(Rb)+[Rc]/[#Numero de Operador=3]								R= 0.893
24.-	[Max X]-Min X =] =Xdif=								xdiff= 0.320
25.-	[R =]*[D4* =] = UCLr=								

RA=	0.81
RB=	0.94
RC=	0.93
R=	0.89

# DE INTENTOS	D4
3	2.57
LCSR =	R*D4
LCSR=	2.29

X Max	226.155
X Min	225.91
X Dif=	0.32

A ₂ =	1.0233
------------------	--------

LSC X=	X + A ₂ X R
LSC X=	227.01

LICX =	X - A ₂ *R
LIC X	225.19

Tabla 9. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Densidad por caída libre

A continuación se encuentran los datos, para la prueba de densidad por caída libre. Conforme a los datos Obtenidos por el método largo, observamos que la diferencia entre el operador Karina Tomas con la X más alto en promedio; y el operador Odilio reyes con la X promedio menor, dan como diferencia un valor de 0.31, tomando en cuenta que el equipo permite una tolerancia con margen de error de .5, se concluye que la técnica realizada por parte de los operadores es realizada de forma correcta.

Así mismo, se obtienen los valores para la desviación estándar del proceso (R) con un valor de 0.893, y para el valor promedio de los rangos de las mediciones (Rp) un valor de 53.34.

10.3.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE (MÉTODO LARGO).

Reporte de Resultados R&R			Tabla de Valores para Constantes					
Fecha: 9 de Mayo de 2016			Número de Patrones: _____					
Número de Parte: _____			Unidad: _____					
Prueba: _____			Identificación del Equipo: DLC- 1000					
Especificación: LSE								
LIE								
Realizado por: Nancy Lisette								
R= 0.893	Rp= 52.34	Xdiff= 0.32						
Análisis de Mediciones Unitarias		% de variaciones Totales (TV)						
Repetibilidad - Variaciones de Equipo (EV)		Repetibilidad						
EV= R*K1		%EV= 100[EV/TV]						
EV= 2.723		%EV= 2.86						
Reproducibilidad-Variación de Estimator (AV)		Reproducibilidad						
AV= $\sqrt{((Xdiff * K^2) - (\frac{EV}{nr}))^2}$		%AV= 100[AV/TV]						
AV= 0.661		%AV= 0.69						
		n= número de partes						
		r= # de Intentos						
Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R)		Reproducibilidad y Repetibilidad						
R&R= $(EV^2 + AV^2)^{1/2}$		%R&R= 100[R&R/TV]						
R&R= 2.80		%R&R= 2.94						
Variación de la Parte (PV)		Variación de Partes						
PV= $R_p * K_3$		%PV= 100 [PV/TV]						
PV= 95.26		%PV= 99.96						
Variación Total (TV)		Resultado:						
TV= $(R\&R^2 + PV^2)^{1/2}$		2.94 %						
TV= 95.30								
El Sistema de Medición es aceptable								

Tabla 10. Hoja de R&R para el método de Densidad por caída libre

A continuación, en la tabla 10., se presentan los datos de Reproducibilidad y Repetibilidad respectivamente en función de las partes evaluadas por los operadores y así mismo, las desviaciones del equipo.

Medición	Valor	Conclusión de Resultado
Repetibilidad	2.86%	Conforme a la teoría regida por las directrices del AIAG, podemos concluir que al tener un valor de Repetibilidad mayor que la Reproducibilidad, de 2.86% a 0.69% el equipo necesita mantenimiento, debería ser más rápido o es necesario mejorar su localización
Reproducibilidad	0.69%	
R&R	2.94%	El valor final de ambas mediciones, nos dan un valor con sistema de medición aceptable, esto basado en teoría cuando R%R es <10%

Tabla 11. Interpretación de Resultados de R&R

10.3.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MÉTODO ANOVA

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Medición

Nombre del sistema de medición : Densidad Caida Libre

Fecha del estudio:

Notificado por: Nancy H

Tolerancia:

Misc:

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	6	16990.6	2831.77	1535.82	0.000
Operadores	2	1.2	0.58	0.31	0.738
Partes * Operadores	12	22.1	1.84	5.84	0.000
Repetibilidad	42	13.3	0.32		
Total	62	17027.2			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

La teoría indica que cuando el Intervalo de confianza es de aprox. 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α .

Para esta prueba, tenemos un intervalo de confianza de **99.74%** con un P de 0.000 menor a α , por lo que podríamos decir, que este sistema de medición indicará ser aceptable.

Contribución Porcentual:

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.825	0.26
Repetibilidad	0.316	0.10
Reproducibilidad	0.509	0.16
Operadores	0.000	0.00
Operadores*Partes	0.509	0.16
Parte a parte	314.437	99.74
Variación total	315.262	100.00

Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el % de Contribución es decir, lo estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

% Contribución= $(314.437/315.62) * 100 = 99.74\%$.

Observamos que solo el 0.26% de la variación total de los datos se debe al sistema de medición, mientras como resultado de contribución fue de 99.74% es de la variación total debida a la diferencia entre los elementos medidos. Este % de Contribución alto se considera aceptable, ya que significa que el sistema de medición puede distinguir entre las partes evaluadas.

Variación Porcentual del Estudio:

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.9084	5.451	5.12
Repetibilidad	0.5621	3.373	3.17
Reproducibilidad	0.7136	4.282	4.02
Operadores	0.0000	0.000	0.00
Operadores*Partes	0.7136	4.282	4.02
Parte a parte	17.7324	106.394	99.87
Variación total	17.7556	106.534	100.00

Número de categorías distintas = 27

Se utiliza la Variación Porcentual del estudio, para comparar la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

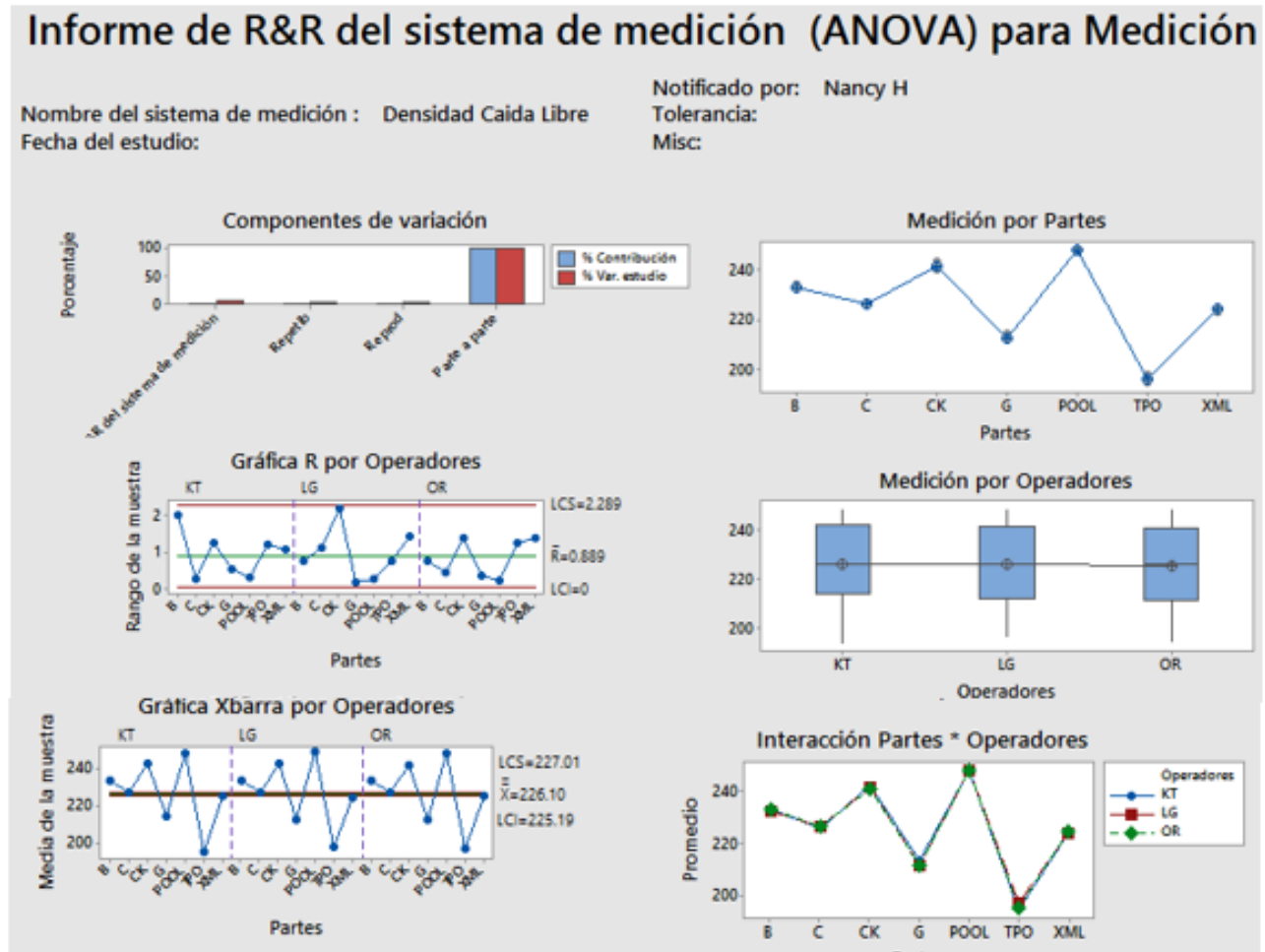
$$\%Var = (5.451 / 106.534) * 100 = 5.1166$$

La Variación del proceso se define como 6s. Donde s es la desviación estándar. Es decir, s= 0.893 (ver tabla 9. cuando R= 0.893)

Número de Categorías:

Cuando el número de categorías es mayor a 5 el sistema es Aceptable, por lo tanto, para esta prueba con 27 categorías, indica que el sistema puede distinguir entre partes de manera excelente.

10.3.3 METODO ANOVA: PARA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE



Gráfica 3. Determinación de Densidad por caída libre
Fuente: Elaboración propia

Conforme a la gráfica para componentes de variación, se observó que el porcentaje de contribución parte a parte es más grande que el sistema de medición R&R, lo cual indica que la mayor parte de la variación es debida a la diferencia de rangos de las partes medidas por los operadores. Mientras tanto en la gráfica de medición por partes, demuestra el largo desplazamiento entre cada muestra, lo que significa que las partes evaluadas fueron aptas para la realización del estudio. La grafica R se muestran diferencias entre las mediciones realizadas por cada operador y en la Xbarra, se encuentran varios puntos sobre los límites de control (LCS) (LCI), lo que indica que la variación parte a parte es más grande que la variación del dispositivo de medición. En la Medición por operadores, la línea esta paralela al eje x, es decir, los operadores están midiendo ambas pruebas de manera uniforme.

Por último, en la interacción Operador* Parte se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Este patrón indica...

Las líneas son virtualmente idénticas

Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.

Las líneas no son paralelas ni se cruzan.

Entonces...

Los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica 3., las líneas son virtualmente idénticas, lo que significa que los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Conclusión para el análisis de determinación de Densidad por caída libre, es que por ambos métodos, demuestran que la variación del estudio (R&R) es menor al 10%, de acuerdo a las directrices AIAG, este sistema es **acceptable**. Así mismo, que los dos métodos y las pruebas utilizadas para la realización de este, fueron aptos para el estudio de R&R ya que en general, dan similares resultados para ambos métodos. Además de que el personal, si está capacitado para realizar dicha prueba.

10.4. DETERMINACIÓN DE OLEOS (MÉTODO LARGO EXCEL)

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Mensurando: <u>Determinación de Oleos</u>	Nombre del Equipo: <u>NA</u>
Prueba: <u>Visual</u>	Unidades: _____
Especificación: _____ LSE	Identificación del Equipo: <u>NA</u>
_____ LIE	Fecha: <u>13 de Abril de 2016</u>
Realizado por: _____	<u>Nancy H.</u>

Operario/ # de Prueba	Mensurando									Media
	LM	Q	Z	MKI	XFG	FIM	JUS	KGI		
1.- OR 1	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00		2.375
2.- 2	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00		2.375
3.- 3	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00		2.375
6.- Media	2.00	2.00	4.00	3.33	2.00	1.00	2.67	2.00		Xa= 2.38
7.- Rango	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00		Ra= 0.250
8.- KT 1	1.00	2.00	4.00	4.00	4.00	1.00	4.00	2.00		2.750
9.- 2	1.00	2.00	4.00	4.00	4.00	1.00	4.00	2.00		2.750
10.- 3	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	1.00	4.00	3.00		2.875
13.- Media	1.33	2.00	4.00	4.00	3.67	1.00	4.00	2.33		Xb= 2.792
14.- Rango	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00		Rb= 0.375
15.LG 1	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	1.00	4.00	2.00		2.625
16.- 2	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	1.00	4.00	2.00		2.625
17.- 3	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	1.00	4.00	1.00		2.250
20.- Media	1.67	2.00	3.00	3.67	3.00	1.00	4.00	1.67		Xc= 2.500
21.- Rango	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00		Rc= 0.375
22.- Media pzas.	1.67	2.00	3.67	3.67	2.89	1.00	3.56	2.00		X= 2.56
										Rp= 2.667
23.-	[Ra=]+[Rb]+[Rc]/[#Numero de Operador=3]									R= 0.333
24.-	[Max X]-Min X =]Xdif=									Xdif= 0.417
25.-	[R =]/[D4* =] = UCLr=									

RA=	0.25
RB=	0.38
RC=	0.38
R=	0.33

# DE INTENTOS	D4
3	2.57
LCSR =	R*D4
LCSR=	0.857

X Max	2.500
X Min	2.38
X Dif=	0.42

A ₂ =	1.023
------------------	-------

LSC X=	X + A2 X R
LSC X=	2.90

Tabla 12. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Oleos

A continuación se presentan los resultados, para una prueba de forma cualitativa. Para los valores Media en promedio (X) podemos ver que el valor más alto fue de la analista Karina Tomas con un valor de 2.79, siendo Odilio Reyes el de menor valor Medio en promedio (X) con= 2.38. Esta prueba al ser visual, no tiene límite de tolerancia, ya que las calificaciones varían de 1-4, lo que significa que no hay mucha diferencia entre las partes.

La desviación estándar del proceso (R) = 0.33, y un valor de Rango en promedio de 2.66 en total por las 8 partes evaluadas.

10.4.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MÉTODO ANOVA:

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Medición

Nombre del sistema de medición : Oleos
 Fecha del estudio:
 Notificado por: Nancy H
 Tolerancia:
 Misc:

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	7	66.6667	9.52381	13.9130	0.000
Operadores	2	2.1944	1.09722	1.6029	0.236
Partes * Operadores	14	9.5833	0.68452	6.1607	0.000
Repetibilidad	48	5.3333	0.11111		
Total	71	83.7778			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

La teoría indica que cuando el Intervalo de confianza es de aprox 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α .

Para esta prueba, no se alcanza a obtener un intervalo de confianza requerido, ya que es de 74.46% a pesar de que obtenemos un P de 0.000 menor a α , es posible de que esta prueba de medición no sea aceptable.

Contribución Porcentual:

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.31944	24.54
Repetibilidad	0.11111	8.54
Reproducibilidad	0.20833	16.01
Operadores	0.01720	1.32
Operadores*Partes	0.19114	14.68
Parte a parte	0.98214	75.46
Variación total	1.30159	100.00

Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

$$\% \text{ Contribución} = (0.98214/1.30159) * 100 = \mathbf{75.45\%}$$

Observamos que el 24.54% de la variación total de los datos se debe al sistema de medición y el resultado de contribución es de 75.45%, esto de la variación total debida a la diferencia entre los elementos medidos.

Este % de contribución se considera no tan aceptable, ya que significa que el sistema de medición no puede distinguir entre las partes medidas.

Variación Porcentual del Estudio:

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.56519	3.39116	49.54
Repetibilidad	0.33333	2.00000	29.22
Reproducibilidad	0.45644	2.73861	40.01
Operadores	0.13113	0.78680	11.49
Operadores*Partes	0.43719	2.62316	38.32
Parte a parte	0.99103	5.94619	86.87
Variación total	1.14087	6.84523	100.00

Número de categorías distintas = 2

Conforme a la Variación Porcentual del estudio, comparamos la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

$$\%Var = (3.39116 / 6.84523) * 100 = \mathbf{49.54\%}$$

La Variación del proceso se define como 6s. Donde s es la desviación estándar. Es decir, s= 0.333 (ver tabla 12. cuando R= 0.333).

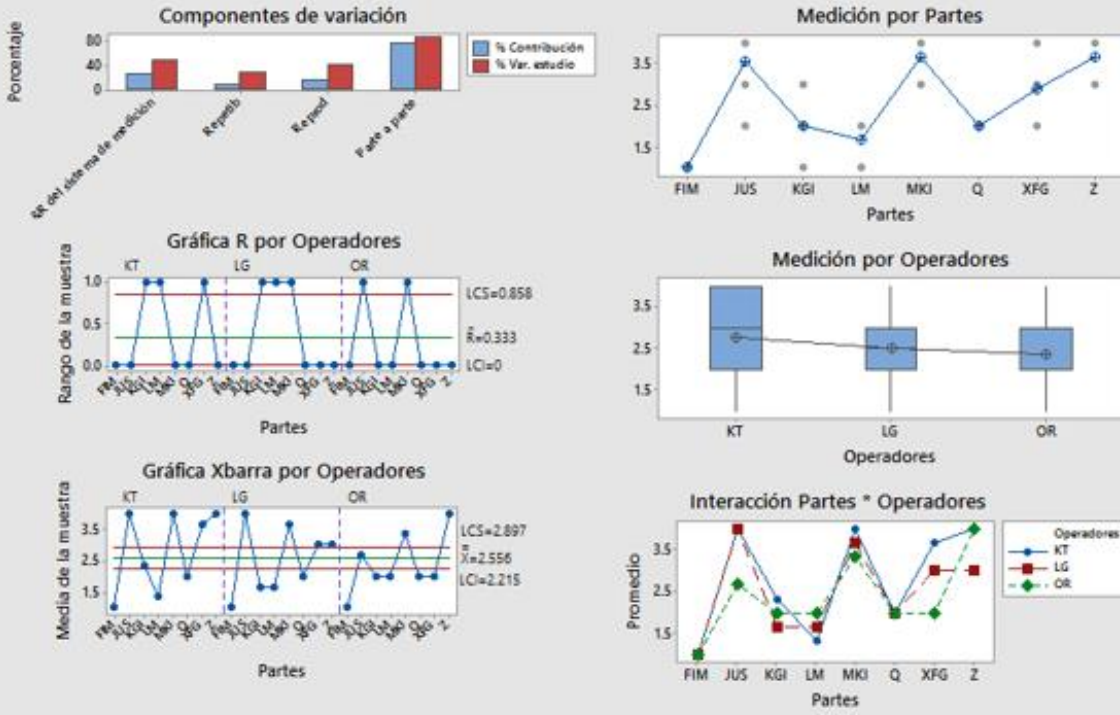
En este caso, el sistema de medición empleado no es capaz de detectar diferencias entre los elementos (ya que sólo percibe dos categorías). Esto significa que este sistema no es adecuado.

10.4.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE OLEOS

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición : Oleos
Fecha del estudio:

Notificado por: Nancy H
Tolerancia:
Misc:



Gráfica 4. Determinación de Oleos
Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la gráfica para componentes de variación, se observó que el porcentaje de contribución parte a parte es un poco más grande que el sistema de medición R&R, lo cual indica que no existe mucha variación otorgada por las partes medidas por los operadores.

Recordemos que para la gráfica de medición por partes, lo ideal es que los círculos vacíos estén cerca de cada parte ya que esto demuestra poca variación,

Sin embargo en la gráfica para la determinación de Oleos, vemos muy distanciados las mediciones de las partes con las medias.

La grafica R se muestran muy poca diferencias entre las mediciones realizadas por cada operador, es decir, el rango entre las muestras no fueron las indicadas para que el sistema de medición las reconociera y en la Xbarra, se encuentran varios puntos sobre los límites de control (LCS) (LCI), lo que indica que la variación parte a parte es más grande que la variación del dispositivo.

En la Medición por operadores, la línea no está paralela al eje x, es decir, los operadores están midiendo ambas pruebas de forma diferente en promedio.

Por último, en la interacción Operador* Parte se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Este patrón indica...

Las líneas son virtualmente idénticas

Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.

Las líneas no son paralelas ni se cruzan.

Entonces...

Los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica mostrada anteriormente (figura 10) las líneas no son paralelas ni se cruzan, así que todo depende de que parte mida el operador.

Conclusión para el análisis de determinación de Determinación de Oleos, es que por ambos métodos, demuestran que la variación del estudio (R&R) es igual al 30%, de acuerdo a las directrices AIAG, este sistema es **aceptable pero se requiere de mejoras tanto personal como Equipo.**

Así mismo se concluye, que las pruebas utilizadas para la realización de ambos métodos, no fueron aptos para el estudio de R&R ya que no existían diferencia de valores, es decir los rangos medidos eran muy pequeños, por lo que, los métodos aplicados para su estudio tampoco fueron aptos. En cuanto al personal, se le sugiere capacitación.

10.5 DETERMINACIÓN DE POLVO (MÉTODO LARGO)

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD	
Mensurando: <u>Polvo</u>	Nombre del Equipo: _____
Prueba: <u>Visual</u>	Unidades: <u>NA</u>
Especificación: _____ LSE	Identificación del Equipo: <u>NA</u>
_____ LIE	Fecha: <u>10 de Mayo de 2016</u>
Realizado por: <u>Nancy Lisette Hernández</u>	

Operario/ # de Prueba	Mensurando					Media
	N	O	RUN	TW	EME	
1.- OR 1	3.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.400
2.- 2	3.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.400
3.- 3	3.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.400
6.- Media	3.00	2.00	4.00	1.00	2.00	Xa= 2.40
7.- Rango	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Ra= 0.000
8.- KT 1	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.200
9.- 2	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.200
10.- 3	4.00	3.00	4.00	2.00	4.00	3.400
13.- Media	4.00	3.00	4.00	2.00	3.33	Xb= 3.267
14.- Rango	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Rb= 0.200
15.LG 1	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.200
16.- 2	4.00	4.00	4.00	2.00	4.00	3.600
17.- 3	4.00	3.00	4.00	2.00	4.00	3.400
20.- Media	4.00	3.33	4.00	2.00	3.67	Xc= 3.400
21.- Rango	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	Rc= 0.400
22.- Media pzas.	3.67	2.78	4.00	1.67	3.00	X= 3.02
						Rp= 2.333
23.-	[Ra=]+(Rb)+[Rc]/[#Numero de Operador=3]					R= 0.200
24.-	[Max X]-Min X = Xdiff=					xdiff= 1.000
25.-	[R =]*[D4*] = UCLr=					

RA=	0.00
RB=	0.20
RC=	0.40
R=	0.20

# DE INTENTOS	D4
3	2.57

LCSR =	R*D4
LCSR=	0.514

A ₂ =	1.023
------------------	-------

X Max	3.400
X Min	2.40

X Diff=	1.000
---------	-------

LSC X=	X + A2 X R
LSC X=	3.23

LICX =	X - A2 *R
LIC X	2.818

Tabla 15. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Polvo

Para la tabla 15., el Análisis de Determinación de polvo, es una prueba cualitativa, es decir, de manera visual. Conforme a los datos obtenidos mediante las pruebas realizadas de forma aleatoria hacia los operadores, obtenemos el valor media promedio (X) alto del operador Luis Gómez con un valor de X=3.400, y con valor de media promedio (X) mínimo al operador Odilio Reyes con un valor de X= 2.40.

En cuanto a la desviación estándar de proceso se obtiene un valor de R= 0.200 y el Rango promedio total de las 5 partes es, Rp= 2.33.

10.5.1 HOJA DE R&R PARA LA DETERMINACION DE POLVO

Reporte de Resultados R&R					
Fecha:	22/04/2016	Nombre de Patrón:	Polvo Ap. F		
Número de Partes:	5	Unidad:			
Pruebas:	Polvo Cualitativo	Identificación del Equipo:			
Especificación:	LSE				
	LIE				
Realizado por: Nancy Lisette					
R=	0.200	Rp=	2.33	XDWB=	1.00
Análisis de Mediciones Unitarias			% de variaciones Totales (TV)		
Repetibilidad - Variaciones de Equipo (EV)			Repetibilidad		
EV= R*K1			%EV = 100[EV/TV]		
EV= 0.610			%EV= 10.93		
Reproducibilidad-Variación de Estimador (AV)			Reproducibilidad		
AV [(Xdiff + K ²) ² - ($\frac{EV^2}{nr}$)] ^{1/2}			%AV= 100[AV/TV]		
AV= 2.697			%AV= 48.34		
			n= número de partes		
			r= # de intentos		
Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R)			Reproducibilidad y Repetibilidad		
R&R [EV ² + AV ²] ^{1/2}			%R&R= 100[R&R/TV]		
R&R= 2.77			%R&R= 49.56		
Variación de la Parte (PV)			Variación de Partes		
PV= Rp x K2			%PV= 100 [PV/TV]		
PV= 4.85			%PV= 86.86		
Variación Total (TV)					
TV= (R&R ² + PV ²) ^{1/2}			Resultado: 49.56 %		
TV= 5.58					
El sistema de medición no es aceptable, requiere de mejoras de equipo, operador, método.					

Tabla de Valores para Constantes						
Número de Ensayos	2	3	4	5		
k1	4.56	3.05	2.5	2.21		
Número de Operadores	2	3	4	5		
k2	3.65	2.7	2.3	2.08		
Número de Partes	5	6	7	8	9	10
k3	2.08	1.93	1.82	1.74	1.67	1.62

n	A2	D3	D4	d2
2	1.88	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	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

Tabla 16. Hoja de R&R para el método de Polvo

A continuación, en la tabla 16., se presentan los datos de Reproducibilidad y Repetibilidad respectivamente en función de las partes evaluadas por los operadores y así mismo, las desviaciones del equipo.

Medición	Valor	Conclusión de Resultado
Repetibilidad	10.93%	Conforme a la teoría regida por las directrices del AIAG, determinamos, que al tener un valor de Repetibilidad menor que la Reproducibilidad, de 10.93% a 48.34%, la falla podría ser del operador, aunque la teoría dice en mención de un calibrador, el residente sugiere más capacitación hacia la técnica aplicada.
Reproducibilidad	48.34%	
R&R	49.56%	El valor final de ambas mediciones, nos da un valor de R&R >30%, en teoría no es aceptable así que se requiere mejoras con el operador y el método.

Tabla 17. Interpretación de Resultados de R&R

10.5.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MINITAB

Hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición

Partes: 5 Operadores: 3
Réplicas: 3 Total de corridas: 45

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	4	26.8000	6.70000	19.1429	0.000
Operadores	2	9.6444	4.82222	13.7778	0.003
Partes * Operadores	8	2.8000	0.35000	3.9375	0.003
Repetibilidad	30	2.6667	0.08889		
Total	44	41.9111			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

De acuerdo a la teoría, indica que cuando el Intervalo de confianza es de aprox. 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α .

Para esta prueba, no se alcanza a obtener un intervalo de confianza requerido, ya que es de 59.81% a pesar de que obtenemos un P de 0.000 menor a α , es posible de que esta prueba de medición no sea aceptable ya que la medición total R&R, está muy cerca al porcentaje de contribución.

Contribución Porcentual:

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.47407	40.19
Repetibilidad	0.08889	7.54
Reproducibilidad	0.38519	32.65
Operadores	0.29815	25.27
Operadores*Partes	0.08704	7.38
Parte a parte	0.70556	59.81
Variación total	1.17963	100.00

Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

Por lo tanto; el % Contribución= $(0.70556/1.17963) * 100 = 59.81\%$

Observamos que el 40.19% en los datos, se debe al sistema de medición, mientras como Resultado de contribución fue de **59.81%** es de la variación total, debida a la

Diferencia entre los elementos medidos. Este % no es aceptable, ya que significa que el sistema de medición es incapaz de distinguir entre las partes evaluadas.

Variación Porcentual del Estudio:

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.68853	4.13118	63.39
Repetibilidad	0.29814	1.78885	27.45
Reproducibilidad	0.62063	3.72380	57.14
Operadores	0.54603	3.27618	50.27
Operadores*Partes	0.29502	1.77012	27.16
Parte a parte	0.83997	5.03984	77.34
Variación total	1.08611	6.51665	100.00

Número de categorías distintas = 1

Conforme a la Variación Porcentual del estudio, comparamos la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

$$\%Var = (4.13118 / 6.51665) * 100 = \mathbf{63.39\%}$$

La Variación del proceso se define como 6s. Donde s es la desviación estándar. Es decir, s= 0.200(ver tabla 15., cuando R= 0.200).

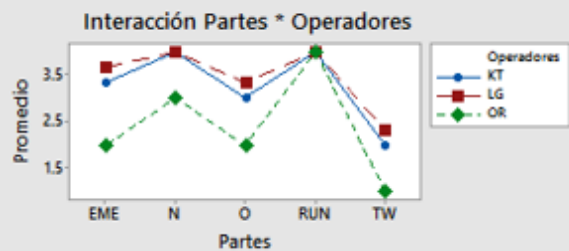
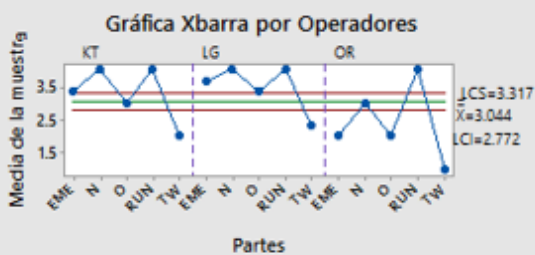
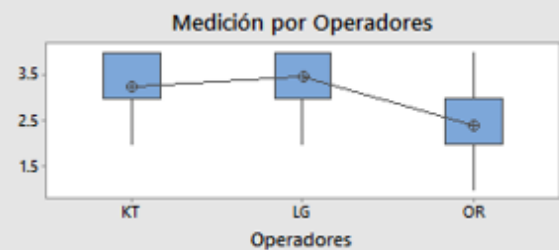
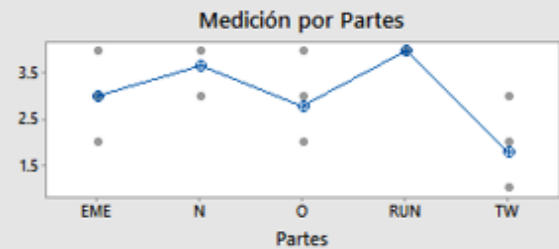
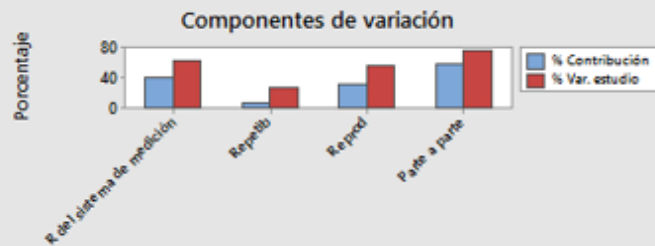
En este caso, el sistema de medición empleado no es capaz de detectar diferencias entre los elementos (ya que sólo percibe una categoría). Esto significa que este sistema no es adecuado. Conforme a la Variación Porcentual del estudio, comparamos la variación del sistema de medición con la variación total.

10.5.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE POLVO

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición : Polvo
Fecha del estudio:

Notificado por: Nancy H.
Tolerancia:
Misc:



Gráfica 5. Determinación de Polvo
Fuente: Elaboración propia

Conforme a la gráfica para componentes de variación, se observó que el porcentaje de contribución parte a parte es casi igual al del sistema de medición R&R, lo cual indica que no existe mucha variación otorgada por las partes medidas (muestras) por los operadores.

Recordemos que para la gráfica de medición por partes, lo ideal es que los círculos vacíos estén cerca de cada parte ya que esto demuestra poca variación.

Sin embargo en la gráfica para la determinación de Polvo, vemos muy distanciados las mediciones de las partes con las medias.

La grafica R se muestran muy poca diferencias entre las mediciones realizadas por cada operador, es decir, el rango entre las muestras no fueron las indicadas para que el sistema de medición las reconociera y en la Xbarra, se encuentran varios puntos sobre los límites de control (LCS) (LCI), lo que indica que la variación parte a parte es más grande que la variación del dispositivo.

En la Medición por operadores, la línea no está paralela al eje x, es decir, los operadores están midiendo ambas pruebas de forma diferente en promedio.

Por último, en la interacción Operador* Parte se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Este patrón indica...

Las líneas son virtualmente idénticas

Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.

Las líneas no son paralelas ni se cruzan.

Entonces...

Los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica 5., mostrada anteriormente, las líneas no tienen intersección, así que todo depende de que parte mida el operador.

Conclusión para el análisis de Determinación de Polvo, es que por ambos métodos, demuestran que la variación del estudio (R&R) es igual mayor que el 30%, de acuerdo a las directrices AIAG, este sistema **no es aceptable, así que requiere mejoras con los operadores y el método**

Así mismo se concluye, que las pruebas utilizadas para la realización de ambos métodos no fueron aptos para el estudio de R&R ya que no existían diferencia de valores, es decir los rangos medidos eran muy pequeños y también, sólo se pudieron usar 5 partes, cuando las directrices del AIAG, menciona mínimo 7 partes por cada sistema. Así que para esta prueba, no se cumplió con los requerimientos; así mismo los métodos aplicados para su estudio tampoco fueron aptos. En cuanto al personal, se le sugiere capacitación.

10.6 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES (MÉTODO LARGO)

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Mensurando: Sólidos Insolubles Nombre del Equipo: NA
 Prueba: Visual Unidades: NA
 Especificación: LSE Identificación del Equipo: _____
LIE Fecha: 14 de abril de 2016
 Realizado por: Nancy H.

Operario/ # de Prueba	Mensurando									Media
	S	X	XIF2	HS	MYK	HTL	RIN	XLP		
1.- OR 1	3.00	4.00	4.00	2.00	1.00	4.00	2.00	4.00	3.000	
2.- 2	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.125	
3.- 3	3.00	4.00	3.00	1.00	1.00	4.00	2.00	4.00	2.750	
6.- Media	3.00	4.00	3.67	1.67	1.33	4.00	2.00	4.00	Xa= 2.96	
7.- Rango	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Ra= 0.375	
8.- KT 1	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.000	
9.- 2	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.250	
10.- 3	3.00	4.00	3.00	2.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.750	
13.- Media	3.00	4.00	3.33	2.33	1.67	4.00	1.67	4.00	Xb= 3.000	
14.- Rango	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	Rb= 0.500	
15.LG 1	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.000	
16.- 2	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.000	
17.- 3	3.00	4.00	4.00	3.00	1.00	4.00	2.00	4.00	3.125	
20.- Media	3.00	4.00	3.33	2.33	1.67	4.00	2.00	4.00	Xc= 3.042	
21.- Rango	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Rc= 0.375	
22.- Media pzas.	3.00	4.00	3.44	2.11	1.56	4.00	1.89	4.00	X= 3.00	
									Rp= 2.444	
23.-	[Ra]+(Rb)+[Rc]/[#Numero de Operador=3]									R= 0.417
24.-	[Max X]-Min X =] =Xdif=									Xdiff= 0.083
25.-	[R =] * [D4* =] = UCL=									

RA=	0.38
RB=	0.50
RC=	0.38
R=	0.42

# DE INTENTOS	D4
3	2.57

LCSR =	R*D4
LCSR=	1.071

A ₂ =	1.0223
------------------	--------

X Max	3.042
X Min	2.96

X Diff=	0.08
---------	------

LSC X=	X + A ₂ X R
LSC X=	3.43

LIC X =	X - A ₂ *R
LIC X	2.57

Tabla 18. Hoja de Recopilación de Datos R&R para determinación de Sólidos Insolubles

Para la tabla 18, se obtienen los resultados con valor media promedio más alto del operador Luis Gómez, con un valor de X= 3.042, siendo Odilio Reyes el operador con valor media promedio (X) menor, con X= 2.96.

Para esta prueba realizada, los analistas calculan sus resultados de forma visual, y no tienen límite de tolerancia, ya que las calificaciones varían de 1-3, lo que significa que no hay mucha diferencia entre las partes. Se obtuvo un valor de desviación estándar de proceso de R= 0.417 y un Rango total de promedio de Rp=2.44, con referencia a las 8 pruebas.

10.6.1 HOJA DE CÁLCULO R&R PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES

Reporte de Resultados R&R						Tabla de Valores para Constantes									
Fecha: <u>14 de Abril de 2016</u>			Nombre de Patrón: _____			Número de Ensayos		2		3		4		5	
Número de Parte: _____			Unidad: <u>NA</u>			k1		4.56		3.05		2.5		2.21	
Prueba: <u>Visual</u>			Identificación del Equipo: <u>NA</u>			Número de Operadores		2		3		4		5	
Especificación: _____			LSE			k2		3.65		2.7		2.3		2.08	
LIE						Partes		5		6		7		8	
						k3		2.08		1.93		1.82		1.74	
								9		1.67		1.62			
Realizado por: <u>Nancy Lissette</u>															
R= <u>0.417</u>		Rp= <u>2.44</u>		XDif= <u>0.08</u>											
Análisis de Mediciones Unitarias						% de variaciones Totales (TV)									
Repetibilidad - Variaciones de Equipo (EV)						Repetibilidad									
EV= R*K1						%EV = 100[EV/TV]									
EV= 1.271						%EV= #!NUM!									
Reproducibilidad-Variación de Estimador (AV)						Reproducibilidad									
$AV = \left[\left(\frac{Xdiff}{n} + K^2 \right)^2 - \left(\frac{EV^2}{nr} \right) \right]^{1/2}$						%AV = 100[AV/TV]									
AV= #!NUM!						%AV= #!NUM!									
						n= número de partes									
						r= # de intentos									
Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R)						Reproducibilidad y Repetibilidad									
R&R= $[EV^2 + AV^2]^{1/2}$						%R&R= 100[R&R/TV]									
R&R= #!NUM!						%R&R= #!NUM!									
Variación de la Parte (PV)						Variación de Partes									
PV= Rp x K3						%PV= 100[PV/TV]									
PV= 4.25						%PV= #!NUM!									
Variación Total (TV)						Resultado: #!NUM! %									
TV= $(R&R^2 + PV^2)^{1/2}$															
TV= #!NUM!															
#!NUM!															

Tabla 19. Hoja de R&R para el método de S.I

Para esta prueba no fue posible obtener un valor de Reproducibilidad y Repetibilidad, ya que los datos finales marcan error, esto debido a que el Valor AV da como resultado un número negativo al cual no se le puede sacar Raíz.

Por lo que se le denominará una prueba fallida.

10.6.2 SISTEMA DE MEDICIÓN CRUZADO POR MINITAB

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición

Partes: 8 Operadores: 3
Réplicas: 3 Total de corridas: 72

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Medición

Nombre del sistema de medición : Sólidos Insolubles
Fecha del estudio:
Notificado por: Nancy H.
Tolerancia:
Misc:

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	7	64.0972	9.15675	33.2014	0.000
Operadores	2	0.3611	0.18056	0.6547	0.535
Partes * Operadores	14	3.8611	0.27579	1.9857	0.040
Repetibilidad	48	6.6667	0.13889		
Total	71	74.9861			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

La teoría indica que cuando el Intervalo de confianza es de aprox. 95% el resultado se considera significativo si el valor P (P value) es menor que α .

Para esta prueba, no se alcanza a obtener un intervalo de confianza requerido, ya que es de 84.25% a pesar de que obtenemos un P de 0.000 y 0.040 en las partes y partes* operadores, el valor P para los operadores no es tan significativa ya que no es menor a α .

Contribución porcentual:

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.18452	15.75
Repetibilidad	0.13889	11.86
Reproducibilidad	0.04563	3.90
Operadores	0.00000	0.00
Operadores*Partes	0.04563	3.90
Parte a parte	0.98677	84.25
Variación total	1.17130	100.00

Conforme a los resultados arrojados por el sistema, validamos el estimado de los componentes de la varianza. Para el cálculo se divide la Comp Var para parte a parte entre la variación total multiplicado por 100.

Por lo tanto; el % Contribución= $(0.98677/1.17130) * 100 = 84.24\%$

Observamos que el 15.75% en los datos, se debe al sistema de medición, mientras como Resultado de contribución fue de **82.24%** es de la variación total, debida a la diferencia entre los elementos medidos. Este % no es aceptable, ya que significa que el sistema de medición es casi incapaz de distinguir entre las partes evaluadas.

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. (%VE)
Gage R&R total	0.42956	2.57737	39.69
Repetibilidad	0.37268	2.23607	34.44
Reproducibilidad	0.21362	1.28174	19.74
Operadores	0.00000	0.00000	0.00
Operadores*Partes	0.21362	1.28174	19.74
Parte a parte	0.99336	5.96019	91.79
Variación total	1.08226	6.49359	100.00

Número de categorías distintas = 3

Conforme a la Variación Porcentual del estudio, comparamos la variación del sistema de medición con la variación total.

De tal forma que:

% Var de estudio para estudio R&R del sistema de medición es:

%Var= $(2.23607/6.49359) * 100 = 91.79\%$

La Variación del proceso se define como $6s$. Donde s es la desviación estándar. Es decir, $s = 0.417$ (ver tabla 18. cuando $R = 0.417$).

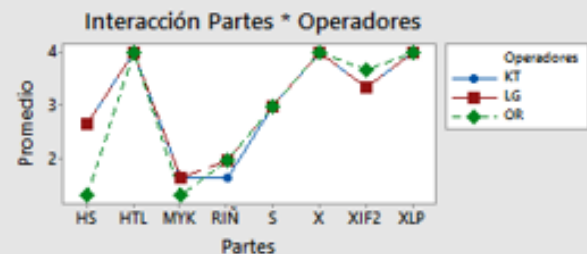
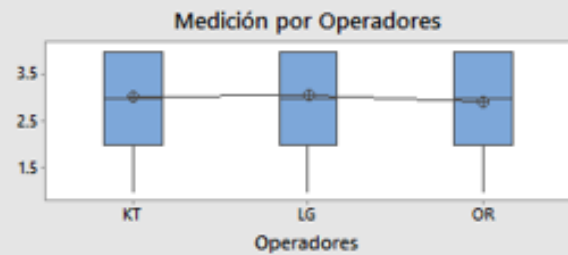
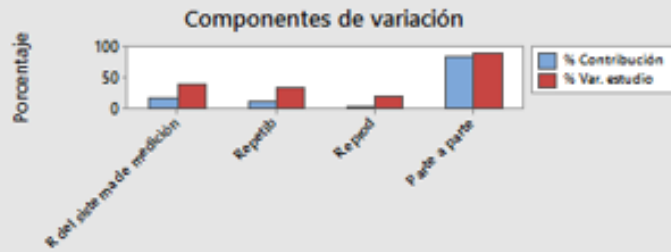
En este caso, el sistema de medición empleado no es capaz de detectar diferencias entre los elementos (ya que sólo percibe tres categorías). Esto significa que este sistema no es adecuado. Conforme a la Variación Porcentual del estudio, comparamos la variación del sistema de medición con la variación total.

10.6.3 METODO ANOVA: PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES.

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición : Sólidos Insolubles
Fecha del estudio:

Notificado por: Nancy H.
Tolerancia:
Misc:



Gráfica 6. Gráfica 5. Determinación de S.I

Conforme a la gráfica para componentes de variación, se observó que el porcentaje de contribución parte a parte es mayor al del sistema de medición R&R; Minitab obtuvo un sistema de medición R&R de 40% aproximadamente, siendo Repetibilidad mayor que Reproducibilidad. Lo que significa que el problema detectado conforme a la teoría las razones posibles son que el equipo presenta problemas, resaltando que esta probabilidad es nula ya que no se hace uso de ningún equipo calibrador. Para el análisis de la gráfica de medición por partes, lo ideal es que los círculos vacíos estén cerca de cada parte ya que esto demuestra poca variación, pero para la prueba de Sólidos Insolubles, podemos detectar que las mediciones están muy distanciadas partes con las medias.

La grafica R se muestran diferencias nulas entre las mediciones realizadas por cada operador, es decir, el rango entre las muestras no fueron las indicadas para que el sistema de medición las reconociera y en la Xbarra, se encuentran varios puntos entre los límites de control (LCS) (LCI), lo que indica que la variación parte a parte de la misma variación del dispositivo.

En la Medición por operadores, la línea está paralela al eje x, es decir, los operadores están midiendo las partes de forma similar en promedio.

Por último, en la interacción Operador* Parte se muestran las mediciones promedio de cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Este patrón indica...

Las líneas son virtualmente idénticas

Una línea es uniformemente más baja o alta que las otras.

Las líneas no son paralelas ni se cruzan.

Entonces...

Los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

La habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo.

Para la gráfica 6., mostrada anteriormente las líneas no son paralelas ni se cruzan, así que todo depende de que parte mida el operador.

Conclusión para el análisis de Determinación de Sólidos Insolubles, es que no se obtuvo valor de R&R, por lo que la prueba queda nula o fallida.

Así mismo se concluye, que las pruebas utilizadas para la realización de este, no fueron aptos para el estudio de R&R ya que no existían diferencia de valores, es decir, los rangos medidos eran muy pequeños y también a pesar de que se lograron usar 8 partes para la realización de esta medición, el programa fue incapaz de diferenciar las partes medidas.

Así que para esta prueba, no se cumplió con los requerimientos; En cuanto al personal, se le sugiere capacitación.

11. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos mediante la realización de análisis del sistema de medición a equipos y técnicas visuales, aplicando los estudios R&R con método cruzado con ayuda del programa Minitab y el método de promedios y Rangos con ayuda de Excel.

Pruebas Sistematizadas:

Para la Termo balanza MB-45, el valor R&R en método medios y largos, fue Aceptable ya que se obtuvo un valor de 3.99%, la contribución para la diferencia entre las partes (Part-to-Part) del 99.87%, es mayor que la contribución para la variación del sistema de medición (Total Gage R&R) de 0.13%. De igual manera, para el Spectrophotometer con valor de R&R de 7.84%, fue un método Aceptable, en el cual se obtuvo una contribución para la diferencia entre partes (Part-to-Part) del 98.55% siendo mayor que la contribución para la variación del sistema de medición (Total Gage R&R) con valor de 1.45%. Por último, para el DLC- 1000, fue un método Aceptable, ya que se obtuvo un valor de R&R de 2.94%, la diferencia entre partes (Part-to-Part) del 99.74% es mayor que la contribución para la variación del sistema de medición (Total Gage R&R) de 0.26%.

En las tres pruebas la mayoría de los puntos en el diagrama Xbar-operador se encuentran fuera de los límites de control, indicando que la variación es debida a las diferencias entre partes. Por último, las tres pruebas reconocen un número de categorías mayor de 5, lo que significa que las pruebas fueron confiables para la realización de ambos métodos.

Pruebas Visuales:

La única prueba visual que aprobó, fue la de Determinación de Oles, con un valor de R&R en métodos de medias y largos de 30.78%, aun así el método anova debido al bajo valor de contribución, no logró reconocer la diferencia entre partes otorgándole a la prueba la No Confiabilidad. Al igual que las demás pruebas Visuales (Sólidos Insolubles, Polvo) que presentan un valor mayor al 30% de R&R en método de medias y largos y valores de contribución bajos en método anova. Además de que el software minitab, solo reconocía de 1 a 2 categorías por prueba. Dándole a estas, también la No confiabilidad.

12.- CONCLUSIONES

Mediante el estudio realizado de R&R, permitió visualizar conflictos referentes a las personas y los equipos del laboratorio de CAFESCA, esto mediante el método de Repetibilidad y Reproducibilidad, los conflictos están referidos en el caso de las pruebas sistematizadas a ligeras fallas del equipo que probablemente, sean la ubicación de donde se encuentren o también la atención que mantuvo cada operador al realizar cada una de las pruebas, aunado a eso, las pruebas sistematizadas con referencia a las directrices de AIAG son aceptables.

Para las pruebas visuales, se encontraron muchos conflictos o márgenes de error, probablemente, debido a que los métodos realizados por parte de los analistas, aunque la técnica sea correcta el entrenamiento es deficiente. Obteniendo como resultados para estas pruebas la No Confiabilidad, de los resultados mediante la aplicación del estudio R&R.

Con la Repetibilidad y la Reproducibilidad se reflejó la variabilidad del método y del operador respectivamente y se determinó que el laboratorio de control de calidad, si cumple con la mayoría de los requisitos establecidos por la Norma ISO-IEC 17025 (NMX-EC-17025). Para la calibración de Equipos.

Conforme a los resultados otorgados mediante este sistema de medición, el laboratorio de CAFESCA, tendrá la tarea de capacitar a su personal para lograr tener un aseguramiento de la calidad de las mediciones tanto sistematizadas como cualitativas.

13.- RECOMENDACIONES

Se le recomienda a la empresa CAFESCA:

- Brindar un mayor entrenamiento a su personal encargadas de seguir los métodos cualitativos para pruebas visuales.
- Para las pruebas sistematizadas, continuar con los programas de calibración y revisión periódica de los equipos,
- Una mejor ubicación para los equipos, evitando tengan contacto con equipos con vibraciones.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DR. PRIMITIVO REYES AGUILAR. (JUNIO 2010). ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD. MEXICO D.F.: AIAG.
2. GRECIA CRISTINA CORDOVA OSORIO. (DICIEMBRE 2012). ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS PARA UN SISTEMA DE MEDICION. GUAYMAS, SONORA
3. LUIS ENRIQUE LLAMOSAS R, MARCELA BOTERO ARBELAES. (AGOSTO 2007). ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD UTILIZANDO EL METODO DE PROMEDIOS Y RANGOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACION Y ACUERDO DE NORMAS TECNICAS NTC-ISO/IEC 17025. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA
4. OSIEL ARBALAES SALAZAR, JAIRO A. MENDOZA VARGAS. (DICIEMBRE 2007). METODO ANOVA UTILIZADO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DENTRO DEL CONTROL DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE MEDICION. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA: ANOVA
5. GUIA METAS. (NOVIEMBRE 2003). APLICACION METROLOGICA DE LOS ESTUDIOS R&R (REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD). CD. GUZMAN, ZAPOTLAN EL GRANDE, JALISCO: MT
6. VERÓNICA PAOLA ALDERETE, ARIADNA LORENA COLOMBO, VICTORIO DI STÉFANO, PATRICIA WADE. (SEPTIEMBRE 2003). SIX SIGMA. COMISIÓN TÉCNICA DEL XXVI CONGRESO DEL INSTITUTO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE COSTOS
7. ROCIO LIZARAGO QUINTERO. (SEPTIEMBRE 2013). NTC-ISO-IEC-17025:2005. BOGOTA, D.C.
8. ROSAS RAMIREZ FAVIOLA. (MAYO 2008). VALIDACION DE AMOSAN. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.
9. ESCALANTE, E. (2008). SEIS SIGMA: MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS. MÉXICO: LIMUSA.
10. [HTTP://SUPPORT.MINITAB.COM/ES-MX/MINITAB/17/TOPIC-LIBRARY/QUALITY-TOOLS/MEASUREMENT-SYSTEM-ANALYSIS/GAGE-R-R-ANALYSES/REPEATABILITY-AND-REPRODUCIBILITY/](http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/quality-tools/measurement-system-analysis/gage-r-r-analyses/repeatability-and-reproducibility/)
11. [HTTP://WWW.FORUMDELCAFE.COM/PDF/F_08-LIOFILIZADO.PDF](http://www.forumdelcafe.com/pdf/f_08-liofilizado.pdf)

15. ANEXOS: CAPTURA DE DATOS EN SOFTWARE MINITAB

15.1 CAPTURA DE PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	UZI	OR	2.73
2	2	UZI	KT	2.84
3	3	UZI	LG	2.76
4	4	LIX	OR	7.02
5	5	LIX	KT	6.82
6	6	LIX	LG	6.96
7	7	LOU	OR	4.25
8	8	LOU	KT	4.26
9	9	LOU	LG	4.36
10	10	VS-1	OR	6.68
11	11	VS-1	KT	6.70
12	12	VS-1	LG	6.68
13	13	RO3	OR	3.83
14	14	RO3	KT	3.92
15	15	RO3	LG	3.80
16	16	HMI	OR	2.85
17	17	HMI	KT	2.92
18	18	HMI	LG	2.97
19	19	RWX	OR	5.36
20	20	RWX	KT	5.39
21	21	RWX	LG	5.37
22	22	PIP	OR	4.10
23	23	PIP	KT	4.16
24	24	PIP	LG	4.13
25	25	FES	OR	2.10
26	26	FES	KT	2.07
27	27	FES	LG	2.14
28	28	UZI	OR	2.83
29	29	UZI	KT	2.83
30	30	UZI	LG	2.86
31	31	LIX	OR	6.90
32	32	LIX	KT	7.06
33	33	LIX	LG	7.03
34	34	LOU	OR	4.32
35	35	LOU	KT	4.34
36	36	LOU	LG	4.27
37	37	VS-1	OR	6.62
38	38	VS-1	KT	6.72
39	39	VS-1	LG	6.70
40	40	RO3	OR	3.95
41	41	RO3	KT	3.92
42	42	RO3	LG	3.89
43	43	HMI	OR	2.90
44	44	HMI	KT	2.95
45	45	HMI	LG	2.90
46	46	RWX	OR	5.48
47	47	RWX	KT	5.56
48	48	RWX	LG	5.45

49	49	PIP	OR	4.07
50	50	PIP	KT	4.16
51	51	PIP	LG	4.10
52	52	FES	OR	2.12
53	53	FES	KT	2.17
54	54	FES	LG	2.20
55	55	UZI	OR	2.84
56	56	UZI	KT	2.79
57	57	UZI	LG	2.82
58	58	LIX	OR	6.95
59	59	LIX	KT	6.88
60	60	LIX	LG	7.02
61	61	LOU	OR	4.22
62	62	LOU	KT	4.28
63	63	LOU	LG	4.31
64	64	VS-1	OR	6.60
65	65	VS-1	KT	6.67
66	66	VS-1	LG	6.62
67	67	RO3	OR	3.88
68	68	RO3	KT	3.98
69	69	RO3	LG	3.90
70	70	HMI	OR	2.95
71	71	HMI	KT	3.02
72	72	HMI	LG	2.95
74	74	RWX	KT	5.69
75	75	RWX	LG	5.42
76	76	PIP	OR	4.16
77	77	PIP	KT	4.11
78	78	PIP	LG	4.18
79	79	FES	OR	2.16
80	80	FES	KT	2.22
81	81	FES	LG	2.17

15.2. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE KONICA MINOLTA

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	ST	OR	40.79
2	2	ST	KT	40.79
3	3	ST	LG	42.21
4	4	KM	OR	42.66
5	5	KM	KT	42.33
6	6	KM	LG	42.30
7	7	TP	OR	43.70
8	8	TP	KT	43.44
9	9	TP	LG	43.14
10	10	AB	OR	43.81
11	11	AB	KT	43.73
12	12	AB	LG	44.03
13	13	DR	OR	45.30
14	14	DR	KT	45.18
15	15	DR	LG	45.17
16	16	ZZ	OR	40.95
17	17	ZZ	KT	40.67
18	18	ZZ	LG	40.96
19	19	MA	OR	48.80
20	20	MA	KT	48.19
21	21	MA	LG	48.02
22	22	ST	OR	40.98
23	23	ST	KT	40.65
24	24	ST	LG	40.96
25	25	KM	OR	42.41
26	26	KM	KT	42.44
27	27	KM	LG	42.42
28	28	TP	OR	43.19
29	29	TP	KT	43.26
30	30	TP	LG	43.24
31	31	AB	OR	43.91
32	32	AB	KT	44.10
33	33	AB	LG	43.84
34	34	DR	OR	45.18
35	35	DR	KT	45.32
36	36	DR	LG	45.02
37	37	ZZ	OR	40.83
38	38	ZZ	KT	40.83
39	39	ZZ	LG	40.57
40	40	MA	OR	48.64
41	41	MA	KT	48.04
42	42	MA	LG	48.28
43	43	ST	OR	40.92
44	44	ST	KT	40.69
45	45	ST	LG	42.21
46	46	KM	OR	42.18
47	47	KM	KT	42.39
48	48	KM	LG	42.35

49	49	TP	OR	43.22
50	50	TP	KT	43.47
51	51	TP	LG	43.36
52	52	AB	OR	43.94
53	53	AB	KT	43.66
54	54	AB	LG	44.06
55	55	DR	OR	45.63
56	56	DR	KT	44.86
57	57	DR	LG	44.86
58	58	ZZ	OR	40.61
59	59	ZZ	KT	40.60
60	60	ZZ	LG	40.57
61	61	MA	OR	48.47
62	62	MA	KT	48.23
63	63	MA	LG	48.49

15.3 CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD POR CAÍDA LIBRE

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	TPO	OR	196.19
2	2	TPO	KT	194.26
3	3	TPO	LG	197.57
4	4	G	OR	212.00
5	5	G	KT	214.30
6	6	G	LG	212.00
7	7	XML	OR	224.97
8	8	XML	KT	224.67
9	9	XML	LG	223.15
10	10	C	OR	226.46
11	11	C	KT	226.33
12	12	C	LG	227.27
13	13	B	OR	233.71
14	14	B	KT	232.30
15	15	B	LG	232.71
16	16	CK	OR	241.97
17	17	CK	KT	242.30
18	18	CK	LG	242.90
19	19	POOL	OR	248.12
20	20	POOL	KT	248.17
21	21	POOL	LG	248.23
22	22	TPO	OR	194.95
23	23	TPO	KT	195.43
24	24	TPO	LG	196.84
25	25	G	OR	211.83
26	26	G	KT	213.80
27	27	G	LG	211.93
28	28	XML	OR	224.96
29	29	XML	KT	224.77
30	30	XML	LG	224.58
31	31	C	OR	226.89
32	32	C	KT	226.27
33	33	C	LG	226.42
34	34	B	OR	233.05
35	35	B	KT	232.98
36	36	B	LG	232.52
37	37	CK	OR	240.58
38	38	CK	KT	242.47
39	39	CK	LG	240.72
40	40	POOL	OR	248.22
41	41	POOL	KT	247.98
42	42	POOL	LG	248.44
43	43	TPO	OR	196.08
44	44	TPO	KT	194.46
45	45	TPO	LG	197.43
46	46	G	OR	211.69
47	47	G	KT	213.93
48	48	G	LG	212.07

15.4. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OLEOS

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	LM	OR	2
2	2	LM	KT	1
3	3	LM	LG	2
4	4	Q	OR	2
5	5	Q	KT	2
6	6	Q	LG	2
7	7	Z	OR	4
8	8	Z	KT	4
9	9	Z	LG	3
10	10	MKI	OR	3
11	11	MKI	KT	4
12	12	MKI	LG	4
13	13	XFG	OR	2
14	14	XFG	KT	4
15	15	XFG	LG	3
16	16	FIM	OR	1
17	17	FIM	KT	1
18	18	FIM	LG	1
19	19	JUS	OR	3
20	20	JUS	KT	4
21	21	JUS	LG	4
22	22	KGI	OR	2
23	23	KGI	KT	2
24	24	KGI	LG	2
25	25	LM	OR	2
26	26	LM	KT	1
27	27	LM	LG	2
28	28	Q	OR	2
29	29	Q	KT	2
30	30	Q	LG	2
31	31	Z	OR	4
32	32	Z	KT	4
33	33	Z	LG	3
34	34	MKI	OR	3
35	35	MKI	KT	4
36	36	MKI	LG	4
37	37	XFG	OR	2
38	38	XFG	KT	4
39	39	XFG	LG	3
40	40	FIM	OR	1
41	41	FIM	KT	1
42	42	FIM	LG	1
43	43	JUS	OR	3
44	44	JUS	KT	4
45	45	JUS	LG	4
46	46	KGI	OR	2
47	47	KGI	KT	2
48	48	KGI	LG	2

49	49	LM	OR	2
50	50	LM	KT	2
51	51	LM	LG	1
52	52	Q	OR	2
53	53	Q	KT	2
54	54	Q	LG	2
55	55	Z	OR	4
56	56	Z	KT	4
57	57	Z	LG	3
58	58	MKI	OR	4
59	59	MKI	KT	4
60	60	MKI	LG	3
61	61	XFG	OR	2
62	62	XFG	KT	3
63	63	XFG	LG	3
64	64	FIM	OR	1
65	65	FIM	KT	1
66	66	FIM	LG	1
67	67	JUS	OR	2
68	68	JUS	KT	4
69	69	JUS	LG	4
70	70	KGI	OR	2
71	71	KGI	KT	3
72	72	KGI	LG	1

15.5. CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE POLVO

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	N	OR	3
2	2	N	KT	4
3	3	N	LG	4
4	4	O	OR	2
5	5	O	KT	3
6	6	O	LG	3
7	7	RUN	OR	4
8	8	RUN	KT	4
9	9	RUN	LG	4
10	10	TW	OR	1
11	11	TW	KT	2
12	12	TW	LG	2
13	13	EME	OR	2
14	14	EME	KT	3
15	15	EME	LG	3
16	16	N	OR	3
17	17	N	KT	4
18	18	N	LG	4
19	19	O	OR	2
20	20	O	KT	3
21	21	O	LG	4
22	22	RUN	OR	4
23	23	RUN	KT	4
24	24	RUN	LG	4
25	25	TW	OR	1
26	26	TW	KT	2
27	27	TW	LG	2
28	28	EME	OR	2
29	29	EME	KT	3
30	30	EME	LG	4
31	31	N	OR	3
32	32	N	KT	4
33	33	N	LG	4
34	34	O	OR	2
35	35	O	KT	3
36	36	O	LG	3
37	37	RUN	OR	4
38	38	RUN	KT	4
39	39	RUN	LG	4
40	40	TW	OR	1
41	41	TW	KT	2
42	42	TW	LG	3
43	43	EME	OR	2
44	44	EME	KT	4
45	45	EME	LG	4

15.6 CAPTURA DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS INSOLUBLES

↓	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medición
1	1	S	OR	3
2	2	S	KT	3
3	3	S	LG	3
4	4	X	OR	4
5	5	X	KT	4
6	6	X	LG	4
7	7	XIF2	OR	4
8	8	XIF2	KT	3
9	9	XIF2	LG	3
10	10	HS	OR	1
11	11	HS	KT	3
12	12	HS	LG	3
13	13	MYK	OR	1
14	14	MYK	KT	2
15	15	MYK	LG	2
16	16	HTL	OR	4
17	17	HTL	KT	4
18	18	HTL	LG	4
19	19	RIÑ	OR	2
20	20	RIÑ	KT	2
21	21	RIÑ	LG	2
22	22	XLP	OR	4
23	23	XLP	KT	4
24	24	XLP	LG	4
25	25	S	OR	3
26	26	S	KT	3
27	27	S	LG	3
28	28	X	OR	4
29	29	X	KT	4
30	30	X	LG	4
31	31	XIF2	OR	4
32	32	XIF2	KT	4
33	33	XIF2	LG	3
34	34	HS	OR	2
35	35	HS	KT	3
36	36	HS	LG	2
37	37	MYK	OR	2
38	38	MYK	KT	2
39	39	MYK	LG	2
40	40	HTL	OR	4
41	41	HTL	KT	4
42	42	HTL	LG	4
43	43	RIÑ	OR	2
44	44	RIÑ	KT	2
45	45	RIÑ	LG	2
46	46	XLP	OR	4
47	47	XLP	KT	4

48	48	XLP	LG	4
49	49	S	OR	3
50	50	S	KT	3
51	51	S	LG	3
52	52	X	OR	4
53	53	X	KT	4
54	54	X	LG	4
55	55	XIF2	OR	3
56	56	XIF2	KT	3
57	57	XIF2	LG	4
58	58	HS	OR	1
59	59	HS	KT	2
60	60	HS	LG	3
61	61	MYK	OR	1
62	62	MYK	KT	1
63	63	MYK	LG	1
64	64	HTL	OR	4
65	65	HTL	KT	4
66	66	HTL	LG	4
67	67	RIÑ	OR	2
68	68	RIÑ	KT	1
69	69	RIÑ	LG	2
70	70	XLP	OR	4
71	71	XLP	KT	4
72	72	XLP	LG	4