AA5365

Universidad Católica Andrés Bello
Vicerrectorado Académico
Estudios de Postgrado
Área de Ciencias Administrativas y de Gestión
Postgrado en Gerencia de Proyectos

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICOS DE ÓPTICA CARONÍ C.A.

Presentado por
Molina Briceño Viviana Del Valle

Para optar al título de
Especialista en Gerencia de proyectos

Asesor
Lopez Emmanuel

Caracas, Noviembre de 2011

Universidad Católica Andrés Bello
Vicerrectorado Académico
Estudios de Postgrado
Área de Ciencias Administrativas y de Gestión
Postgrado en Gerencia de Proyectos

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICOS DE ÓPTICA CARONÍ C.A.

Presentado por
Molina Briceño Viviana Del Valle

Para optar al título de
Especialista en Gerencia de proyectos

Asesor
Lopez Emmanuel

Caracas, Noviembre de 2011

Caracas, 18 de Noviembre de 2011

Directora del Programa Gerencia de Proyectos

Estudios de Postgrado

Universidad Católica Andrés Bello (UCAB)

Presente.-

Referencia: **Aprobación del Asesor**

Tengo a bien dirigirme a Usted a fin de informarle que he leído y revisado el borrador final del Trabajo Especial de Grado titulado **"PLAN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS OPERATIVOS E LA PLANTA DE FABRICACION DE LENTES OFTALMICO DE OPTICA CARONI C.A.",** presentado por Viviana del Valle Molina Briceño, titular de la cédula de identidad N° 14.588.612, como parte de los requisitos para optar al Título de **Especialista en Gerencia de Proyectos**.

A partir de dicha revisión, considero que el mencionado Trabajo Especial de Grado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a evaluación por el distinguido Jurado que tenga(n) a bien designar.

Atentamente,

Ing. Emmanuel López C.

C. I. N° 3.189.576

CARTA DE APROBACIÓN DE LA EMPRESA

Sres. UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Postgrado de Gerencia de Proyectos

Caracas

Nos dirigimos a usted para informales que hemos autorizado a la Ingeniero Químico, Viviana Del Valle Molina Briceño, Cédula de Identidad V-14.588.612, quien labora en esta organización, a hacer uso de la información proveniente de esta institución, para documentar y soportar los elementos de los distintos análisis estrictamente académicos que conllevarán a la realización del Trabajo Especial de Grado "Plan para la Mejora de la Calidad de los Procesos Operativos de la Planta de Fabricación de Lentes Oftálmicos de Óptica Caroní C.A." como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos, exigidos por los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Sin más a que hacer referencia, atentamente.

Firma del Representante de la Institución

Nombre del Representante de la Institución

Moises Fridzon

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado:

A mi padre, quien en todos sus años de vida a mi lado con mucho amor, me incentivo a la preparación académica, el logro de metas y constancia en el trabajo.

A mi madre y mi hermana quienes siempre a mi lado, brindan palabras y consejos de aliento.

A Armando, quien acompañándome durante el desarrollo de este trabajo, me brindo su ayuda incondicional, se lleno de paciencia y me apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos son para la empresa Optica Caroní y a quienes allí laboran por su apoyo en la realización de este trabajo, especialmente a Moises y mis compañeras Daisy y Jackeline.

A mi profesor Emmanuel López, quien siempre dispuesto en atenderme logro la entrega a tiempo de este documento y quien con sus directrices y aportes logra que se desarrolle de la manera adecuada esta investigación.

A todos gracias.

Universidad Católica Andrés Bello
Vicerrectorado Académico
Estudios de Postgrado
Área de Ciencias Administrativas y de Gestión
Postgrado en Gerencia de Proyectos

PLAN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICOS DE ÓPTICA CARONÍ C.A.

Autor: Viviana Del Valle Molina Briceño
Asesor: Emmanuel Lopez
Año: 2011

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad generar un plan para mejorar la calidad de los procesos operativos de la empresa Óptica Caroní, partiendo de la necesidad de controlar y hacer seguimiento al producto semiprocesado y procesado en la línea de producción con tecnología Free Form para así mantener certificaciones exigidas por convenios empresariales. Como bases teóricas se tienen los procesos de la Gestión de la Calidad en Proyectos. El objetivo general del estudio es: Diseñar un plan para mejorar la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos bajo el enfoque de Capacidad de Procesos (Cpk); para lograr éste se plantearon como objetivos específicos los siguientes: Describir los procesos que se realizan, analizar las variables críticas de los procesos, determinar la capacidad de los procesos con las variables que se registran y de las cuales se tienen datos históricos y, por último, definir los elementos necesarios de un plan que mejore la calidad bajo este enfoque. El estudio se enmarcó en una investigación proyectiva, bajo un nivel descriptivo y su diseño fue tanto documental como de campo. Se obtuvo como resultado el análisis exhaustivo de los procesos y del producto en cada una de etapas, determinando límites de especificaciones, reconociendo las debilidades de los procesos, se calculó el índice de capacidad de proceso ICP y la capacidad real del proceso (Cpk), concluyendo que éstos son no capaces, ya que el valor está por debajo de uno (1). Se propuso un plan que mejore la calidad de los procesos, utilizando herramientas del proceso de control de calidad (gráficos de control) que permitirán el monitoreo constante de los mismos; igualmente, se diseñó un plan para el aseguramiento de la calidad dentro del plan de mejora, orientado a proporcionar confianza de que se cumplirán los requisitos en cada etapa del proceso que se está sometiendo a mejora. Dentro de las implicaciones, la presente investigación se enmara en la Gerencia de Calidad de la organización, pudiendo ser un punto de inicio para el desarrollo de la coordinación de actividades para dirigir y controlar investigaciones utilizando el enfoque de Gerencia de Proyectos.
Palabras clave: Proceso, Capacidad, Mejora, Control y Calidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL ..... **viii**

INDICE DE FIGURAS ..... **xiii**

INDICE DE GRÁFICOS ..... **xvi**

INTRODUCCIÓN **1**

CAPITULO I. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN **3**

Planteamiento del problema. 3

Interrogantes de la investigación. 4

Objetivos de la investigación. 5

Alcance. 7

Limitaciones. 7

CAPITULO II. MARCO TEORICO **8**

Antecedentes de la investigación. 8

Soportes Científicos y Técnicos Oftálmicos. 25

Bases Legales 35

CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO. **36**

Tipo de la Investigación 36

Diseño de la Investigación. 36

Unidad de Análisis 37

Población. 37

Técnicas y Herramientas para la Recolección de Datos. 38

Validez y Confiabilidad. 38

Técnicas para el Análisis de Datos. 39

Operacionalización de los Objetivos. 39

Fases de la Propuesta. 42

Cronograma del Proyecto. 43

Factibilidad del Proyecto. 43

CAPITULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL **44**

Historia de los Lentes Oftálmicos 44

Reseña Histórica de la Empresa. 45

Visión 48

Misión. 48

Productos y Logros 48

CAPITULO V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS **52**

Objetivo N° 1. Describir los procesos operativos que se realizan en la planta de fabricación de lentes oftálmicos. 52

Objetivó N° 2. Analizar las Variables Críticas en los Procesos Operativos Descritos. 76

Objetivo 3. Determinar la capacidad de los procesos en la línea con tecnología Free Form (Cpk). 123

CAPITULO VI. LA PROPUESTA **126**

Objetivo 4. Definir los elementos necesarios de un plan que mejore la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Optica Caroní C.A, bajo el enfoque de Capacidad de procesos. 126

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. **140**

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS **142**

ANEXOS **144**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Ejemplo de una tabla de registros en el gráfico por atributos 24
Tabla N°2. Operacionalización de los objetivos (parte 1). 40
Tabla N°2. Operacionalización de los objetivos (parte 2). 41
Tabla N°3. Productos de la empresa. 49
Tabla N°4. Descripción del proceso protección con Tape 55
Tabla N°5. Descripción del proceso Bloqueo 56
Tabla N°6. Descripción del proceso Generado 57
Tabla N°7. Descripción del proceso Pulido. 58
Tabla N°8. Descripción del proceso Marcado 59
Tabla N°9. Descripción del proceso Chequeo 60
Tabla N°10. Descripción del proceso de Lavado y capa Antiraya 62
Tabla N°11. Descripción del proceso Curado 63
Tabla N°12. Descripción del proceso Antireflejo 64
Tabla N°13. Descripción del proceso Chequeo en Antireflejo 65
Tabla N°14. Descripción del proceso Marcado en Montaje 66
Tabla N°15. Descripción del proceso Traiceo 67
Tabla N°16. Descripción del proceso Bloqueo 68
Tabla N° 17. Descripción del proceso Corte y Remate final 68
Tabla N°18. Descripción del proceso Coloración 69
Tabla N°19. Descripción del proceso Ensamblaje y Chequeo final 70
Tabla N°20. Capacidad operativa en el proceso de Tallado 74
Tabla N°21. Capacidad operativa en el proceso de Antireflejo 75
Tabla N°22. Personal consultado para la identificación de variables para el proceso de Tallado 76
Tabla N°23. Personal consultado para la identificación de variables para el proceso de Antireflejo 77
Tabla N°24. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Tallado (parte 1) 77

Tabla N°24. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Tallado (parte 2). 78
Tabla N°25. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Antirreflejo (parte 1) 79
Tabla N°25. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Antirreflejo (parte 2) 80
Tabla N° 26. Información sobre las variables en el proceso de Tallado (parte 1)..... 81
Tabla N°26. Información sobre las variables en el proceso de Tallado (parte 2)..... 82
Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 1).. 84
Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 2).. 85
Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 3).. 86
Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 4).. 87
Tabla N°28. Definición de las variables criticas en el proceso de Tallado. (parte 1). 88
Tabla N°28. Definición de las variables criticas en el proceso de Tallado (parte 2).. 89
Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo. (parte 1) 90
Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 2) 91
Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 3) 92
Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 4) 93
Tabla N°30. Información de monitoreo y registro de las variables criticas en el proceso de Tallado. 94
Tabla N°31. Información de monitoreo y registro de las variables criticas en el proceso de Antireflejo 95
Tabla N°32. Calculo de *Xi y R* "densidad de pulitura" (parte 1) 97
Tabla N°32. Calculo de *Xi y R* "densidad de pulitura" (parte 2) 98
Tabla N°33. Rango R para la "densidad de la pulitura" (parte 1)..... 99
Tabla N°33. Rango R para la "densidad de la pulitura" (parte 2)..... 100

Tabla N°34. Calculo de *Xi* para la "densidad de la pulitura" 101
Tabla N°35. Muestra y numero de defectos "especificaciones mecánicas" 103
Tabla N°36. Datos para el grafico de control por atributos "especificaciones mecánicas" (parte 1) 104
Tabla N°36. Datos para el grafico de control por atributos "especificaciones mecánicas" (parte 2) 105
Tabla N°37. Control de proceso "densidad de la pulitura" 108
Tabla N°38. Control de proceso "temperatura de la pulitura" 109
Tabla N°39. Datos de control "especificaciones mecánicas" 110
Tabla N°40. Datos de control "especificaciones cosméticas" 111
Tabla N°41. Datos de control "porcentaje de sólidos de la laca" 114
Tabla N°42. Datos de control "espesor de la capa en los bordes" 116
Tabla N°43. Datos de control "longitud de onda" 118
Tabla N°44. Datos de control "reflactancia" 120
Tabla N°45. Datos de control "especificaciones cosméticas" 122
Tabla N° 46. Cálculo de la capacidad real del proceso (Cpk) 124
Tabla N°47. Indicadores del plan de mejora 131
Tabla N°48. Tolerancias Opticas y mecánicas 144
Tabla N°49. Factores para el cálculo de las líneas de control 154

INDICE DE FIGURAS

Figura. N°1. Ejemplo de un ojo humano y sus partes 26
Figura N°2. Ejemplo cara convexa y cara concava en una lente. 28
Figura N°3. Ejemplo lentes positivas 28
Figura N°4. Ejemplo lentes negativas 29
Figura N°5. Ejemplo lente alto índice 30
Figura N°6. Ejemplo lente policarbonato 31
Figura N°7. Ejemplo lente visión de cerca o lejos 31
Figura N°8. Ejemplo lente visión de cerca y lejos 32
Figura N°9. Ejemplo lente visión progresiva 32
Figura N°10. Fases de la propuesta 42
Figura N°11. Cronograma del proyecto 43
Figura N°12. Diagrama de Gantt 43
Figura N°13. Estructura Organizacional de la empresa 50
Figura N°14. Organigrama de la gerencia de operaciones 51
Figura N°15. Flujograma del proceso de manufactura de lentes 53
Figura N°16. Flujograma del proceso de Tallado de lentes 54
Figura N°17. Proceso de protección con Tape 55
Figura N°18. Corte de Tape y Pegado al lente. 55
Figura N°19. Proceso de Bloqueo 56
Figura N°20. Inyección de alloy en el proceso 56
Figura N°21. Proceso de Generado "A" 57
Figura N°22. Proceso de Generado "B" 57
Figura N°23. Caja de trabajo que entra al proceso de generado 57
Figura N°24. Lente a mitad del proceso de Generado. 57
Figura N°25. Proceso de pulido "A" 58
Figura N°26. Proceso de pulido "B" 58
Figura N°27. Caja de trabajo en el proceso de pulido "A" 58
Figura N°28. Caja de trabajo en el proceso de pulido "B" 58
Figura N°29. Proceso de Marcado con Laser 59

Figura N°30. Proceso de Chequeo óptico 60
Figura N°31. Proceso de Chequeo de espesor 60
Figura N°32. Proceso de Chequeo mecánico 60
Figura N°33. Proceso de Chequeo cosmético 60
Figura N°34. Flujograma del proceso de antireflejo 61
Figura N°35. Proceso de armado de Rack 62
Figura N°36. Lentes durante en el proceso antiraya 62
Figura N°37. Proceso Antiraya 62
Figura N°38. Lentes en la salida del proceso antiraya 62
Figura N°39. Bandejas porta lentes 63
Figura N°40. Proceso de Curado de los lentes 63
Figura N°41. Proceso de Antireflejo "A" 64
Figura N°42. Proceso de Antireflejo "B" 64
Figura N°43. Proceso de Chequeo en Antireflejo 65
Figura N°44. Desmontaje de los lentes en el proceso de Antireflejo 65
Figura N°45. Flujograma del proceso de Montaje 65
Figura N°46. Proceso de Chequeo mecánico 66
Figura N°47. Proceso de Chequeo cosmético 66
Figura N°48. Proceso de Traicer 67
Figura N°49. Software para el proceso de Traicer 67
Figura N°50. Proceso de Bloqueo en Montaje 68
Figura N°51. Proceso de Corte y Remate final 68
Figura N°52. Muestrario de lentes coloreados 69
Figura N°53. Proceso de Coloración 69
Figura N°54. Estación de Ensamblaje 70
Figura N°55. Proceso de Ensamble y Chequeo final 70
Figura N°56. Líneas de producción en el proceso de Tallado 71
Figura N°57. Línea 1 en el proceso de Tallado 72
Figura N°58. Línea 2 en el Proceso de Tallado 72
Figura N°59. Línea 3 en el Proceso de Tallado 73

Figura N°60. Línea en el proceso de Antireflejo 73
Figura N°61. Diagrama causa - efecto para el análisis de las variables físicas 123
Figura N°61. Estrategia para el mejoramiento del proceso. 132
Figura N°63. Diagrama de Gantt para la implementacion del plan.. 132
Figura N° 64-A. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo 136
Figura N° 64-B. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo 137
Figura N° 64-C. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo 138
Figura N°65. Tolerancias para especificaciones cosméticas en los lentes..... 145
Figura N°66. Plantilla de inspección para especificaciones cosméticas en los lentes 145
Figura N°67. Gráfico de Control cuando el proceso está dentro de Control 146
Figura N°68. Ejemplo del método del círculo 147
Figura N°69. Puntos fuera de los Límites de Control 148
Figura N°70. Corridas dentro de un Gráfico de Control 148
Figura N°71. Gráfico de control con una corrida por encima..... 149
Figura N°72. Gráfico de control con una corrida por debajo..... 149
Figura N°73. Gráfico de Control con puntos abrazando la Línea Central 150
Figura N°74. Ciclos dentro de un Gráfico de Control 151
Figura N°75. Cambios inesperados de nivel dentro de un Gráfico de Control..... 152
Figura N°76. Cambio Gradual de nivel en un Gráfico de Control 153
Figura N°77. Lista de formularios utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)..... 155
Figura N°78. Lista de formularios utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)..... 156
Figura N°79. Lista de instructivos utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)..... 157

Figura N°80. Lista de instructivos utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 2)..... 158

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Ejemplo del gráfico de control por atributos "np" 24
Graàfico N°2. Rango de R para la variable "densidad de la pulitura"..... 100
Gráfico N°3. Promedio X para la variable "densidad de la pulitura"..... 102
Gráfico N°4. Fracción de defectuosos "especificaciones mecánicas"..... 106
Gráfico N°5. Promedio de X "temperatura de pulido" 109
Gráfico N°6. Rango de R "temperatura de pulido" 109
Gráfico N°7. Fracción de defectuosos "especificaciones mecánicas"..... 111
Gráfico N°8. Fracción de defectuosos "especificaciones cosméticas"..... 112
Gráfico N°9. Promedio de X "porcentaje de sólidos en la laca" 114
Gráfico N°10. Rango de R" porcentaje de sólidos en la laca"..... 115
Gráfico N°11. Promedio de X "espesor de la capa en los bordes" 117
Gráfico N°12. Rango de R "espesor de la capa en los bordes" 117
Gráfico N°13. Promedio de X "longitud de onda" 119
Gráfico N°14. Rango de R "longitud de onda"..... 119
Gráfico N°15. Promedio de X "reflactancia" 120
Gráfico N°16. Rango de R "reflactancia"..... 121
Gráfico N°17. Fracion de defectuosos "especificaciones cosmeticas"..... 122

INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla el Trabajo Especial de Grado, necesario para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos, la investigación se realizó en la Empresa Óptica Caroní ubicada en Venezuela, en la Gerencia General de Operaciones, dedicada a la fabricación de lentes oftálmicos y de protección, esta empresa cubre parte importante de la demanda nacional y sus procesos de producción son realizados con la más alta tecnología en el Sur de América, es así como se diseño un Plan para la Mejora de la Calidad de los Procesos Operativos de la Planta de Fabricación de Lentes Oftálmicos de Óptica Caroní C.A. bajo el enfoque de capacidad de proceso. De esta manera el tema desarrollado está referido a la gestión de la calidad, específicamente en el proceso de control estadístico de la calidad como parte del proceso de control de la calidad. En documento se describen VII capítulos, los cuales contienen la siguiente información.

En el Capítulo I Propuesta de la Investigación. En donde se expone el planteamiento del problema, la formulación del mismo, los objetivos de la investigación, la justificación y alcance.

En el Capítulo II. Marco Teórico Conceptual, en donde se describen los antecedentes consultados, las bases teóricas y bases legales.

En el Capítulo III. Marco Metodológico, en donde se encuentra el tipo de investigación, el diseño de la investigación, la unidad de análisis, población, técnicas y herramientas para la recolección de datos, validez y confiabilidad, operacionalización de los objetivos, consideraciones éticas, las fases tomadas en cuenta de diagnóstico, elaboración de la propuesta y la evaluación de la factibilidad del proyecto.

En el Capítulo IV. Marco Organizacional, en donde se relata una breve historia de los lentes oftálmicos, reseña histórica de la empresa, visión, misión, productos y logros, estructura organizacional y el departamento donde se llevará a cabo la investigación.

En el capítulo V. Análisis e Interpretación de los Datos, se desarrollaron los objetivos en el documento planteado, en donde se describen los procesos operativos que se realizan en la planta de manufactura de lentes oftálmicos, se identifican y analizan las variables criticas, se determina el índice y la capacidad real del proceso, utilizando las variables que se miden, se registran y de las cuales se tienen datos históricos.

En el capítulo VI. La Propuesta, se presenta un plan para la mejora de la calidad de los procesos de manufactura, se desarrollo el objetivo N°4 de esta investigación, definiéndose los elementos necesarios del plan bajo el enfoque capacidad de proceso, también se realizó un plan de aseguramiento de la calidad, que proporciona confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad en los procesos y en el producto de la organización en donde se realizo este trabajo.

En el capítulo VII. Conclusiones y Recomendaciones. Para finalizar, se desarrollan las respectivas conclusiones, que se encuentran directamente relacionadas con los resultados alcanzados para los objetivos propuestos en la investigación; y las recomendaciones, que se presentan como las oportunidades de desarrollo de investigaciones.

En este documento se incluyen las referencias bibliográficas de lo planteado.

CAPITULO I. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema.

La fabricación de lentes oftálmicos, constituye un sector de primera necesidad, ya que atiende parte de los problemas de salud pública "La salud visual" esto hace completamente necesario garantizar su suministro.

Óptica Caroní siempre a la vanguardia de la óptica en Venezuela, trae la más avanzada tecnología mundial. Hoy en día los avances tecnológicos están influenciando todas las industrias, por lo que este sector no escapa de eso y se ha ido favoreciendo por avances en áreas como: diversidad de materiales, maquinarias, software y todo tipo de herramientas, que facilitan el trabajo de las personas.

En Venezuela no existen grandes empresas dedicadas a este sector de producción, Optica Caroní, es el primer y único laboratorio óptico venezolano en implementar la avanzada tecnología Free Form 3D. Como aliado comercial de la empresa alemana Rodenstock con sede en Munich, fue también el primer laboratorio a nivel mundial en obtener en 2008 una exclusiva Certificación, para producir una amplia variedad de productos, materiales y diseños en condiciones de idéntica calidad a los fabricados en Alemania, todo esto apoyado en procesos digitales de alta precisión, controles de calidad, avanzados equipos y un recurso humano altamente calificado.

Se desea garantizar la capacidad del proceso, siendo la capacidad, la disposición que tiene un proceso para adaptarse a las especificaciones y desde el punto de vista de procesos industriales, es una cualidad que debe exigírsele a todo proceso industrial si se quiere garantizar la fabricación de productos que cumplan con los requisitos de calidad establecidos y acordados.

La Norma ISO 9000: 2006, define el control de la calidad como "Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos" (p.10), podrá ser trabajada con herramientas estadísticas que le permitirán identificar errores en el proceso, inspeccionar evitando que los errores lleguen a los clientes, realizar muestreos por atributos o variables, determinar causas inusuales o comunes, además de contar con

tolerancias que le permiten tener límites de control para saber cuando el proceso se encuentra bajo control o fuera de control.

La Norma ISO 9000: 2006, define la mejora de la calidad como "parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad" (p.10) reduce las actividades inútiles y que no agregan valor, lo cual permite que los procesos operen con mayores niveles de eficiencia y efectividad.

Los procesos que se realizan para la fabricación de cristales oftálmicos pueden llegar a sufrir desviaciones, de manera que se tienen productos que no cumplen con las especificaciones en las diferentes etapas de los procesos, ocasionando altos valores de productos no conformes que se desechan e incrementan los costos, clientes insatisfechos por incumplimientos en el producto, entre otros. Se debe entonces controlar y hacer seguimiento a cada etapa del proceso, aplicando elementos que actúen de manera oportuna, es decir, antes de que el error suceda y si existieran desviaciones analizarlas detalladamente de manera que sea posible conocer las causas que las originaron para tomar las medidas necesarias y evitarlas en el futuro.

También para la planta de fabricación resulta necesario tener controles eficientes que se apliquen a las actividades más representativas, que logren aumentar la capacidad y los conocimientos de los procesos, incrementar la productividad, ser más eficientes y eficaces ya que se trabaja en el ajuste de los procesos para que se comporten de la manera deseada, utilizar de forma adecuada los recursos con los que se cuenta y fomentar el trabajo en equipo donde participen todo el personal de la planta de fabricación.

Interrogantes de la investigación.

¿Cuáles son los elementos de un plan para la mejora de calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de la empresa Optica Caroní?

¿Cuál es el diseño adecuado de un plan para la mejora de calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de la empresa Óptica Caroní?

Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Diseñar un plan para la mejora de la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Optica Caroní C.A, bajo el enfoque de Capacidad de procesos.

Objetivos específicos.

- Describir los procesos operativos que se realizan en la planta de fabricación de lentes oftálmicos.
- Analizar las variables críticas en los procesos operativos descritos.
- Determinar la capacidad de los procesos en la línea con tecnología Free Form (Cpk).
- Definir los elementos necesarios de un plan que mejore la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Óptica Caroní C.A, bajo el enfoque de Capacidad de procesos.

Justificación de la Investigación.

Rodenstock es el fabricante de lentes y monturas más importante de Alemania, es líder en investigación y desarrollo de innovadoras soluciones para la visión, es pionero en tecnología y se ha caracterizado desde 1877 por satisfacer a los usuarios más exigentes, perfeccionando diseños y con su tecnología creando lentes personalizados; Óptica Caroní posee actualmente certificaciones para procesar lentes con esta tecnología, Rodenstock validó la instalación y puesta en marcha de sus procesos y proporcionó entrenamiento adecuado a su gente. Para la organización, resulta una necesidad controlar y hacer seguimiento a variables críticas del producto semi procesado y del producto final; pues sus relaciones y el mantenimiento de certificaciones con la empresa de tecnología alemana así se los exigen. Actualmente los esfuerzos de la organización en donde se desarrollará esta investigación están enfocados en mejorar continuamente, las visitas de auditores internacionales son frecuentes y altamente exigentes.

Los lentes procesados con esta tecnología tienen muchas más ventajas con respecto a tecnologías convencionales, mayor disponibilidad de insumos, personalizan los diseños, campos de visión más amplios y lentes más delgados; lo que hace para esta nueva era del mundo óptico, una necesidad de apuntar a mantener estas relaciones laborales.

Cuando se habla de controlar, se mide la ejecución y compara con algo que ya se encuentra planificado, se aumenta el conocimiento de los procesos, se ajusta el proceso para que se comporte de la manera deseada, reduciendo la variación de parámetros del producto final o mejorando el desempeño del proceso de alguna u otra manera. Con control de calidad de procesos, la organización podrá demostrar que sus productos cumplen con las especificaciones, satisfacer los requisitos exigidos por los auditores de procesos internaciones, mantener su certificación, tener la oportunidad de crear nuevas relaciones laborales internacionales, disminuir la merma en el proceso de manufactura; lo que se traduce en motivos financieramente importantes.

Alcance.

El trabajo realizado tuvo como alcance diseñar un plan para mejorar la calidad de los procesos operativos de las líneas con tecnología Free Form de Óptica Caroní, se definieron dichos procesos, se analizaron las variables críticas, y se definieron los elementos y técnicas necesarios para su logro. Esta actividad fue realizada en el Departamento de Control de Calidad que se encuentra reportando a la Gerencia General de Operaciones, conto con el apoyo de los operarios, supervisores, gerentes y directores. La ubicación de la planta de fabricación es en el sector Los Ruices en la ciudad de Caracas. Se estima que sea implementada, mas esto no es alcance de este proyecto.

Limitaciones.

No se tuvo ningún obstáculo para realizar este trabajo, la Gerencia General de Operaciones está dándole mayor fuerza al Departamento de Control de Calidad, ya que está en pro de la mejora continua de sus procesos y conoce que desarrollando controles de calidad, reconociendo las oportunidades, obtendrá los resultados deseados y trabajara en línea con las estrategias de mejora de la organización.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

Sustentar teóricamente el estudio implica exponer y analizar las teorías, investigaciones y antecedentes, en general, que deben ser considerados para el correcto enfoque de la investigación. El marco teórico es una descripción de los elementos de la teoría que serán utilizados en el desarrollo de la investigación. En este capítulo se presentan investigaciones anteriores (antecedentes de la investigación) que guardan relación con el presente estudio, así como las bases teóricas y las bases legales que lo sustentaron.

Antecedentes de la investigación.

Según Valarino, Yaber, Cemborain, (2010) "En los antecedentes se presenta una visión panorámica o corta de la revisión de literatura relevante y actualizada, relacionada con el tema de estudio y el problema, como se ha estudiado antes; que soluciones se han propuesto y de qué forma se han abordado". (p.125).

Vasques y Gonzalez, (2009), en la Universidad Católica Andrés Bello, desarrollaron su Trabajo Especial de Grado titulado, **"Mejora en la capacidad de los procesos de elaboración y envasado de bebidas carbonatadas, basadas en el control estadístico de procesos (CEP), de una planta embotelladora de bebidas"**, El Control Estadístico de Procesos (CEP) asegura la permanencia de las características de los productos dentro de las especificaciones y de no ser la realidad, detecta a tiempo la presencia de causas asignables y se asegura de tomar las acciones preventivas o correctivas apropiadas para asegurar que el proceso esté bajo control. Las "Gráficas de Control" aplicadas a los procesos, ayudan a identificar comportamientos atípicos con el fin de buscar las causas que los generaron, tomar acciones y desecharlos para el cálculo de los parámetros del proceso. Hoy en día más empresas tienen la necesidad de contar con un CEP para poder autoevaluarse y cumplir a cabalidad con los requisitos de calidad impuestos por las especificaciones. Pepsi–Cola Venezuela debe cumplir con todos los estándares de calidad dictados por

PepsiCo Internacional, por esta razón deben asegurar que todas las variables críticas de los procesos estén dentro de especificaciones.

La realización del estudio mencionado tuvo como objetivo proponer un sistema de control de variables críticas para los procesos de elaboración y envasado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, basados en el control estadístico de procesos, en la Planta embotelladora de bebidas de Caucagua, estado Miranda. Se trabajó bajo un tipo de investigación no experimental, documental, de campo, bajo la modalidad proyecto factible, nivel descriptivo. Se consideró como unidad de análisis a la Planta Pepsi–Cola de Venezuela ubicada en Caucagua, específicamente los procesos involucrados en una línea de Bebidas Carbonatadas (BC) y una de Bebidas No Carbonatadas (BNC), se analizaron los procesos utilizando técnicas de recolección de datos como lista de chequeo, observación directa, entrevistas no estructuradas y cursos dictados por la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad.

Se identificaron las variables críticas de los procesos y se graficaron aquellas donde se llevaban registros históricos. Se analizaron los comportamientos de las variables a través de los principios básicos de Control Estadístico de los Procesos, evidenciándose que la mayoría de los procesos estaban fuera de control y descentrados. Se calculó la capacidad de los procesos (Cpk), para tener una referencia cuantitativa de la disposición del proceso para adaptarse a especificaciones.

La mejora propuesta fue un sistema de control de variables, diseñado en conjunto con la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad, con el fin de detectar un comportamiento atípico del proceso y actuar inmediatamente sobre las causas asignables, para asegurarse del control o puntos fuera de los límites de control, indicando algunas acciones a tomar cuando existen 3 puntos consecutivos en ascenso o en descenso en una gráfica de control.

Palabras claves: control estadístico de proceso.

Vasquez, Romero y Hormiga, (2006), en la Universidad Católica Andrés Bello, desarrollaron su Trabajo Especial de Grado titulado, **"Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Mejora de la Reflectividad en Laminación en frió de Sidor"**, el objetivo fue proponer la implementación de la metodología Seis Sigma en el proceso Tandem I de la planta de Laminación en Frió de cadena productiva de productos planos. La investigación fue aplicada, debido a que lo resultados obtenidos permitieron, en primer lugar, verificar el estatus actual de las variables inmersas en el estudio; en segundo lugar, los resultados y conclusiones permitieron tomar acciones ya sean correctivas o de mejora para garantizar un mejor funcionamiento de los procesos que afectan.

Domínguez, (2006), en la Universidad Católica Andrés Bello, desarrolló su Trabajo Especial de Grado titulado **"Diseño de un plan para la implementación de un sistema de mejora continua en una planta de de preparación de concentrados de refrescos y jugos"**, la investigación elaborada, y aquí documentada, se basa en el estudio de la implantación de un sistema de mejora continua de los procesos de manufactura y almacenamiento en la planta de concentrados de Pepsi Cola de Venezuela, C.A. para ello se ha creado un programa que ha logrado unificar los requerimientos del sistema (llamado Manufacturing & Warehousing) con las actividades de la planta.

Se ha desarrollado como un proyecto factible en un diseño de investigación de campo descriptivo con una estructura basada en la documentación teórica, determinación de la brecha entre lo actual y lo requerido para, finalmente, presentar la propuesta. Dicha brecha se define como la diferencia entre la situación actual de la planta en sus áreas de manufactura y almacenamiento respecto a lo requerido por el sistema de Manufacturing & Warehousing (M&W) en su primera etapa de implantación.

El diagnostico de la brecha arrojo un cumplimiento, para junio 2006, del 20% contra un mínimo de 85% requerido. Además se encontraron oportunidades de mejora basadas en el nivel de servicio prestado, básicamente en relación a los despachos no cumplidos por fallas de producto, esto debido a las fallas del programa de producción

semanal. Es por ello que se diseño un plan, a iniciar a mediados de mayo y culminar a finales de septiembre, para cumplir con los requerimientos establecidos y lograr una exitosa certificación; y se propone una serie de indicadores de gestión basados en las oportunidades de mejora encontradas. Finalmente se elaboro u análisis cualitativo de los costos versus los beneficios ante implantados.

Ambrosetti, (2007), en la Universidad Católica Andrés Bello, desarrollo su Trabajo Especial de Grado titulado, **"Diseño de un plan de la calidad para la instalación de establecimientos de salud ambulatoria – nivel de atención II"**, está investigación tuvo como finalidad presentar el dominio teórico y metodológico, acerca del área de conocimiento de la Calidad, con el fin de generar un Modelo de gestión para el sector público en el área de vivienda, el cual tiene como antecedente los resultados, y la insatisfacción del cliente (sociedad), en relación a los programas de vivienda desarrollados por el sector público en los últimos años, específicamente el Programa Sustitución de Ranchos por Vivienda (SUVI). Como base teórica se tiene el concepto de la Calidad que viene dada por la satisfacción del cliente; se presenta entonces una necesidad para la cual se plantea mediante esta investigación una solución, un Modelo de Gestión de la Calidad para el sector público, que puede ser replicable a otras áreas del mismo y ser aplicado en los diferentes organismos y niveles estadales. La investigación se plantea como objetivo general: Desarrollar un modelo de calidad en la Gestión de Proyectos del sector Público en el área social Vivienda; y para lograr éste se plantean como objetivos específicos: Describir los elementos de la calidad del Sistema de Gestión Pública en el área de vivienda; Caracterizar el programa de vivienda SUVI, dentro del sistema de gestión pública en el área de vivienda, Evaluar la calidad de gestión del Programa SUVI dentro de la gestión pública; Diseñar el modelo de calidad para la gestión de proyectos públicos en el área de vivienda; Determinar la factibilidad del modelo de calidad en un programa especifico del sector público en el área de vivienda. El tipo de investigación es de tipo proyectiva y documental, y de carácter deductivo donde se parte de un objeto de estudio definido (Programa SUVI), donde se desarrolla toda el análisis documental, y donde se aplica el modelo; se utilizó una serie de técnicas

operacionales para el manejo de la información documental, como: notas de referencias, gráficos, flujogramas, matrices, entre otros. Entre las fases de la Investigación determinadas se encuentran: Identificación, Evaluación, Formulación, y Aplicación, donde de demuestra la aplicabilidad del modelo en el Programa especifico SUVI. Entre los resultados de la Investigación se obtiene las deficiencias y obstáculos en la gestión del Sistema Nacional de Vivienda y el Programa SUVI, donde se puede evidenciar que la estabilidad y proyección de la ejecución de los proyectos se ven amenazados por los cambios repentinos de la organización, la dispersión de los recursos y esfuerzos, el retardo en los procesos administrativos y la falta de control obteniéndose como resultado un incumplimiento de los proyectos. El resultado principal de la investigación está enfocado a la solución con un Modelo de la Calidad para la gestión de proyectos en él área social sector vivienda, demostrando su factibilidad tanto técnica, operativa, económica y social del Modelo en el programa Sustitución de Rancho por Vivienda SUVI; que esta en ejecución. Dentro de las Implicaciones en las áreas de conocimiento; la presente investigación se enmarca en el área de la Gerencia de Proyectos en el área de conocimiento Calidad y específicamente en la Gestión de Programas sector Público; siendo un punto favorable para las extensiones para el PMBOOK, en el área de gestión del sector público; y para futuras investigaciones es un punto de inicio para el desarrollo y validación del Modelo en un organismo público.

Palabras claves: calidad, modelos de calidad, gestión en el sector público, programas de vivienda, gerencia pública.

Fernández, (2007), en la Universidad Católica Andrés Bello, desarrollo su Trabajo Especial de Grado, **"Diseño de un plan para la mejora del proceso de S&OP (Sales and Operations Planning) de una empresa de consumo masivo"**, la empresa de consumo masivo en estudio ha recibido, en los últimos meses, diversas quejas de parte de sus principales clientes por las continuas fallas que se han presentado en la entrega de sus pedidos, adicionalmente se ha observado que los índices relacionados con la disponibilidad de los productos se encuentran alejados de

los límites aceptables. La alta directiva comprende el impacto negativo que esto ocasiona y es por ello que reconoce la importancia de impulsar mecanismos que contribuyan a mejora los procesos internos de la empresa que permitan incrementar la presencia de sus productos en los puntos de venta, mejora los resultados de la empresa y la relación con sus clientes. La disponibilidad de los productos en los puntos de venta y el nivel de servicio son temas que toman mucha importancia para las empresas hoy en día ya que esto es determinante para mantener un buen posicionamiento en el mercado permitiendo que el consumidor tenga la oportunidad de elegir los productos de la empresa y, en el mejor de los casos ser fiel a la marca. Por lo tanto el objetivo principal de este trabajo fue diseñar un plan para la mejora de los procesos de S&OP (Sales and Operations Planning o Plan de Ventas y Operaciones) de una empresa de consumo masivo. El desarrollo del presenta trabajo está enmarcado en una investigación proyectiva y se lleva a cabo en cuatro fases: en primer lugar se identifican las áreas que se encuentran relacionada con el proceso S&OP y de esta manera se obtuvieron gráficos y/o reportes que permitieron detectar las principales causas del problema planteado, para luego determinar las posibles mejoras que más se adapten a la organización y así finalmente, realizar un documento formal que describa el plan que contribuirá a satisfacer la necesidad detectada por la empresa. El resultado que se obtuvo es un plan para la empresa en estudio que le permita mejorar el proceso de S&OP y las áreas involucradas, mientras que la implantación de las mejoras planteadas en el plan le permitirán incrementar el posicionamiento en el mercado de sus productos, como resultado del incremento de la disponibilidad de los mismos al consumidor, como también mejorar el servicio al cliente, los resultados de los indicadores de gestión, la estimación de la demanda y los niveles óptimos de inventario de cada producto y, sobre todo, el incremento de la competitividad y de los resultados financieros de la empresa.

Palabras claves: Calidad de servicio, nivel de servicio, disponibilidad, plan.

Bases Teóricas.

Procesos en la Gestión de la Calidad.

Los procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto incluyen todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió. Implementa el sistema de gestión de calidad a través de la política, los procedimientos y los procesos de planificación de calidad, aseguramiento de calidad y control de calidad, con actividades de mejora continua de los procesos que se realizan durante todo el proyecto, según corresponda. En la planificación de calidad se identifican qué normas de calidad son relevantes para el proyecto, al realizar el Aseguramiento de Calidad se aplican las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos y al realizar el Control de Calidad donde se monitorean los cambios y se registran los resultados de la ejecución de actividades de control de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar cambios. (PMI, 2008)

Se pretende que el enfoque básico para abordar la gestión de calidad sea compatible con el de la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO). Este enfoque generalizado también debería ser compatible con enfoques de propiedad exclusiva sobre la gestión de calidad, como los recomendados por Deming, Juran, Crosby y otros, y enfoques que no son de propiedad exclusiva, tales como Gestión de la Calidad Total (TQM), Six Sigma, Análisis de Modos de Fallo y Efectos, Revisiones del Diseño, Opinión del Cliente, Coste de la Calidad (COQ) y Mejora Continua.

Las actividades de control de calidad permiten identificar las causas de una calidad deficiente del producto y recomiendan o implementan acciones para eliminarlas.

Se hace necesario para la dirección de proyectos tener conocimiento práctico del control de calidad estadístico, para ayudar a evaluar las salidas del control de calidad. (PMI, 2008).

Fundamentos de los Sistemas de Gestión de la Calidad.

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción de sus clientes, estos necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas, lo cual se expresa en las especificaciones del producto y generalmente se denomina requisitos del cliente. Estos requisitos podrán ser especificados de forma contractual o se pueden determinar en las organizaciones.

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherentes. (Norma ISO 9000:2006).

Control Estadístico de Proceso (CEP).

Tiene que ver con el uso de técnicas estadísticas y/o algoritmos de control estadístico con el propósito de alcanzar uno o más de los siguientes objetivos.

- Aumentar el conocimiento acerca de un proceso.
- Ajustar un proceso para que se comporte de la manera deseada.
- Reducir la variación de los parámetros del producto final, o mejorar el desempeño del proceso de alguna manera.

El objetivo económico común del control estadístico de proceso es el aumento de resultados "buenos" del proceso, elaborados con una cantidad de recursos. Los

elementos de CEP incluyen técnicas aplicadas en línea durante la operación de un proceso, como también fuera de línea, bien sea fuera de la operación del proceso o sobre los resultados al final del proceso. Estos elementos no se limitan a las técnicas tradicionales de los gráficos de control, a modelos específicos de datos de proceso con distribuciones específicas o con patrones específicos de correlación. Una organización puede utilizar métodos estadísticos, algorítmicos o métodos basados en modelos o una combinación de estos. La selección de uno de estos métodos dependerá de la disponibilidad de datos del proceso, disponibilidad de un modelo, necesidades comerciales, como también de la frecuencia relativa de causas de variaciones aleatorias, desconocidas a asignables. (Norma Covenin 3777-1:2002).

Diagramas de Control.

La finalidad de un diagrama de control es determinar si el proceso es estable o no, o si tiene un rendimiento predecible. Los diagramas de control pueden servir como una herramienta de obtención de datos para mostrar cuándo un proceso está sujeto a una variación por una causa especial, que crea una condición fuera de control. Los diagramas de control también ilustran cómo se comporta un proceso a lo largo del tiempo. Son una representación gráfica de la interacción de variables del proceso en un proceso para responder a la pregunta: ¿Las variables del proceso se encuentran dentro de los límites aceptables? El examen del patrón de puntos de datos que no se deben al azar en un diagrama de control puede revelar valores que fluctúan de manera exagerada, saltos o cambios repentinos en el proceso o una tendencia gradual de variación creciente.

Supervisando la salida del proceso a lo largo del tiempo, se puede usar un diagrama de control para evaluar si la aplicación de los cambios del proceso ha dado como resultado las mejoras deseadas. Cuando un proceso se encuentra dentro de los límites aceptables, no es necesario ajustarlo. Cuando un proceso se encuentra fuera de los límites aceptables, el proceso debería ajustarse. El límite de control superior y el límite de control inferior generalmente se fijan en +/- 3 sigma (es decir, la desviación estándar).

Los diagramas de control se pueden usar para los procesos tanto del proyecto como del ciclo de vida del producto. Los diagramas de control se pueden usar para supervisar cualquier tipo de variable de salida.

Si bien su mayor aplicación es realizar el seguimiento de las actividades repetitivas, tales como lotes de producción, los diagramas de control pueden usarse también para supervisar las variaciones del coste y del cronograma, el volumen y la frecuencia de los cambios en el alcance, los errores en los documentos del proyecto u otros resultados de gestión para ayudar a determinar si el proceso de dirección de proyectos está bajo control.

Diagramas de Flujo.

Los diagramas de flujo ayudan a analizar cómo se producen los problemas. Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Pueden ser de muchos estilos, pero todos los diagramas de flujo de procesos muestran actividades, puntos de decisión y el orden de procesamiento. Los diagramas de flujo muestran cómo se interrelacionan los diversos elementos de un sistema.

Muestreo Estadístico.

El muestreo estadístico consiste en elegir parte de una población de interés para su inspección Un muestreo apropiado puede reducir a menudo el coste de control de calidad.

Inspección.

Una inspección es el examen de un producto de un trabajo para determinar si cumple con las normas. Por lo general, los resultados de una inspección incluyen mediciones. Las inspecciones se denominan también revisiones, revisiones por iguales, auditorías y revisiones generales. (PMI, 2008).

El grafico de control como un medio gráfico de aplicar los principios estadísticos al control de un proceso de producción, fue propuesto por primera vez por el doctor Walter Shewhart en 1924. La teoría de los gráficos de control reconoce la variabilidad aleatoria, conocida como causas comunes. Amplia variedad de causas

que están presentes continuamente y que no son fáciles de identificar, cada una contribuye con un componente muy pequeño pero ninguna con una cantidad significativa. La eliminación de estas causas requiere decisiones gerenciales para asignar recursos que mejoren los procesos y el sistema.

También existe la variabilidad que representa un cambio real en el proceso, atribuido a causas identificables que no son parte inherente del proceso y que teóricamente se pueden eliminar, estas causas pueden ser causas asignables de variación.

Los gráficos de control ayudan a la detección de patrones no naturales de variación en los datos resultantes de los procesos repetitivos y suministran criterios para detectar una falta de control estadístico. Un proceso está bajo control estadístico cuando la variabilidad resulta únicamente por causas aleatorias, una vez determinado este nivel de variación aceptable, se supone que cualquier variación es el resultado de causas asignables que es necesario identificar, eliminar o reducir.

El objeto del control estadístico es servir para establecer y mantener un proceso en un nivel aceptable y estable, de tal manera que se asegure la conformidad de los productos y de los servicios con los requisitos especificados. El uso de un gráfico de control y su análisis cuidadoso conduce a un mejor entendimiento y mejoramiento de los procesos. (Norma Covenin 3140:1995).

Según el progreso de la implantación del CEP, una organización podrá demostrar que su producto cumple con las especificaciones de la siguiente manera:

- Evaluaciones de la conformidad de la calidad.
- Seguimiento y control de los parámetros del producto final.
- Seguimiento y control de los parámetros de producto semi procesado.
- Seguimiento y control de los parámetros del proceso, para aquellos parámetros que estén correlacionados con los parámetros del producto final.

Las actividades que se relacionan con la implementación de CEP, como la recolección de datos del proceso, el control del proceso, correlación de parámetros y evaluación / mejora de la capacidad del proceso, deberían realizarse a través de

trabajos sobre procesos vinculados en una corriente sucesiva o en una cadena de suministro de productos, por ejemplo seleccionando un producto final y organizar los esfuerzos del CEP de manera de enfocar ese parámetro, pasando luego sucesivamente otros parámetros aguas arriba de la cadena. (Norma Covenin 3777-1:2002).

Capacidad de los Procesos.

El hecho de que un proceso esté bajo control estadístico no significa que va a producir el 100% de los artículos de calidad, esto quiere decir que todas las causas que actúan sobre él, son causas comunes, es decir la variabilidad del proceso está controlada. Si el rango de variabilidad del proceso es más amplio que el rango de especificación, no se cumplirá con los requisitos de diseño ni con los del cliente.

Los límites de especificación son los rangos entre los cuales debe estar una característica cuantitativa del producto para que se considere que el producto cumple con los requisitos de calidad. Estos límites, se denominan: Límite Inferior de Especificación (Li), Límite Superior de Especificación (Ls), y la diferencia entre éstos dos es la llamada Tolerancia (T).

$$Ls - Li = T$$

Mientras más grande sea la tolerancia más fácil será cumplir con los límites de especificación, de hecho lo ideal es que el rango de variabilidad del proceso sea mayor que la tolerancia del mismo, de esta forma no habrá forma que el producto salga fuera de especificación si el proceso está centrado, es decir, si la media inherente al proceso es igual que la media de especificación del mismo.

La capacidad de un proceso se define como la disposición que tiene un proceso (calidad de concordancia) para adaptarse a las especificaciones (calidad de diseño).

Estimación de la Capacidad del Proceso.

Para medir la capacidad de un proceso, es necesario comparar la amplitud de su intervalo de variación, ($\mu \pm 3\sigma = 6\sigma$), con la amplitud del intervalo de especificación (Ls – Li = T). La medida utilizada para expresar la capacidad de un proceso es el "Coeficiente de Capacidad" (Cp), cuando el proceso está centrado.

$$Cp = \frac{Ls - Li}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}$$

Si el proceso no está centrado, el porcentaje de piezas conformes no es máximo, pero de igual forma el proceso podría ser capaz, esto ocurre si los límites de especificación son tan amplios que casi la totalidad de las piezas caen dentro de los límites. Cuando se calcula el coeficiente de la capacidad para este caso, el mismo se llama "Coeficiente de Capacidad Real" ya refleja las condiciones reales de operación del proceso. El mismo se define con la siguiente ecuación:

$$Cpk = mínimo\left\{\frac{LES - \mu}{3\sigma}; \frac{\mu - LEI}{3\sigma}\right\}$$

Si Cpk > 1, el proceso es capaz o sobresaliente, siempre y cuando esté centrado, de lo contrario, si Cpk< 1, el proceso es incapaz o deficiente, aunque esté centrado, pues los límites de especificación son demasiado estrechos, en comparación con los límites de variabilidad naturales del proceso, por efecto de causas comunes. Cpk = 1, el proceso es aceptable.

Gráficos de Control.

Es una herramienta estadística, que manda una señal a la administración, haciendo posible la distinción entre una variación normal y una anormal.

Algunos de los beneficios al utilizar los gráficos de control y el control estadístico de los procesos son los siguientes:

- Los gráficos de control son una herramienta efectiva para entender la variación de los procesos y ayudan a conseguir el control estadístico. Dan información fiable de cuando se debería ajustar el proceso y cuando no.

- Cuando un proceso está bajo control, su rendimiento será predecible. Por lo que, tanto el productor como el cliente, serán conscientes de los niveles de calidad de los productos o servicios.
- Un proceso bajo control estadístico puede ser mejorado a través de la reducción de la variabilidad natural o aleatoria.
- Los gráficos de control proporcionan un lenguaje común para comunicar información sobre el rendimiento de los procesos.
- Los gráficos de control, al diferenciar entre las causas de variación asignables y las aleatorias, proporcionan una buena indicación sobre si los problemas pueden resolverse de forma local, o requerirán de la intervención de la dirección.

Existen dos tipos de gráficas de control, por variables y por atributos, las mismas serán explicadas posteriormente.

Gráficos de Control para Variables.

Éstas se aplican sólo cuando la característica de calidad evaluada, puede ser expresada por una variable cuantitativa continua.

La gráfica está formada por dos zonas, la de arriba se refiere a los límites de control para la media, la cual tiene dos bandas, una superior y otra superior, las mismas son: el límite inferior (L.C.I, Límite de Control Inferior), y el límite superior, (L.C.S., Límite de Control Superior); la línea central representa el punto donde se estima que está ubicada la media del proceso. La zona de abajo representa el límite de control para la desviación del proceso, sirve para detectar si la variación del proceso se modifica significativamente.

Cuando se toma una muestra del proceso, se le calcula la media y la desviación. Si ambos valores caen dentro de sus respectivos límites de control, se acepta la hipótesis de que el proceso está bajo control estadístico.

Como toda prueba de hipótesis las gráficas de control pueden representar dos tipos de errores:

- Error tipo I: Rechazar una hipótesis verdadera, es decir, concluir que el proceso está fuera de control cuando en realidad no lo está.
- Error tipo II: Aceptar una hipótesis falsa, esto significa concluir que el proceso está bajo control cuando en realidad no lo está.

Las gráficas se diseñan para una probabilidad de error tipo I muy baja, apenas de 0,27%, ya que son del tipo $\pm 3\sigma$. Esto es así ya que se considera un grave error, pues se pararía la producción sin razón alguna.

Se han elegido los límites de $\mu \pm 3\sigma$, porque la experiencia ha demostrado que es el más útil y económico para la aplicación de los límites de control, puesto que la mayor parte de los valores se encuentran dentro de ese rango (99,73%).

La estimación del parámetro poblacional σ, que es indispensable para la determinación de la capacidad del proceso, puede hacerse de varias maneras, las más comunes son la estimación a partir del rango medio, y la estimación a partir de la varianza muestral; de allí se derivan dos tipos de gráficas de control por variables: X vs. R y X vs. S.

Para analizar los gráficos de control por variables se deben tomar para el proceso de muestreo las siguientes consideraciones:

- El esquema de muestreo debe ser claro y fácil de usar.
- Se debe considerar un tamaño de muestra adecuada.
- La frecuencia con que deben ser tomados los datos fue apropiada.
- El número de muestras se debe considerar suficiente.

Además de esto se deben tomar suficientes muestras de un solo ejemplar (dato recolectado durante la medición), para asegurar que durante el periodo de muestreo, hayan tenido la oportunidad de ocurrir, todas las fuentes normales de variación. Según López C (2009) esta variación normal "Se debe a la combinación de pequeñas variaciones inevitables en los insumos: las personas, métodos, máquinas, materiales y

medio ambiente. Comprende el 85% de la variación total que muestra el proceso" (p.30).

Para establecer los gráficos se tomaron un mínimo de 25 muestras, cada una de un solo ejemplar.

Según López (2009) "En los gráficos de variables, los promedios se comportan de acuerdo a dos principios: Principio de Normalidad y Principio Aleatorio" (p.36)

El principio de normalidad considera que alrededor del 68% de los puntos están en los tercios más cercanos a la línea central. Alrededor del 2% de los puntos están en los tercios más cercanos a los límites de control. Aproximadamente el 30% restante está ubicado en los tercios superior e inferior del gráfico. No existen puntos situados fuera de los límites de control y existe la misma cantidad de puntos a ambos lados de la línea central.

Gráficos de Control para Atributo.

En el caso en el cual las características de calidad no pueden ser representadas a través de variables cuantitativas, las unidades de productos se clasifican según "conformes" o "no conformes. Estas características de calidad se denominan atributos, las mismas solo tienen dos posibles valores. También se consideran atributos aquellas características cuantitativas que se registran en términos de sí o no, por ejemplo, el diámetro de un eje cuya conformidad solo la medimos en términos de aceptable/no aceptable, las imperfecciones de pintura en una puerta de un automóvil, etc. Existen 4 tipos de gráficos por atributos:

- Gráfico "p" para porcentajes defectuosos.
- Gráfico "np" para el número de unidades defectuosas.
- Gráfico "c" para el número de defectos.
- Gráfico "u" para el número de defectos por unidad inspeccionada.

En el presente trabajo solo tomo en cuenta el gráfico "np", para el número de unidades defectuosas, el mismo se describe a continuación.

Para construir los gráficos de control np, se toma un número determinado de muestras, (más de 25), a intervalos regulares. Se cuenta el número elementos defectuosos en cada muestra y se registra, obteniendo una tabla así:

Tabla N°1. Ejemplo de una tabla de registros en el gráfico por atributos

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-
N° Defectuosos.	3	2	4	3	4	2	5	-	-	-

Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/Estadist/ManualCPE09p2.htm

En cada muestra, la fracción de defectuosos es D_i/n, siendo D_i el número de elementos defectuosos en la muestra i, y n el número de elementos en la muestra i. A partir de la información reflejada en la tabla #2 se puede calcular p como promedio de las fracciones de defectuosos en las muestras y s, desviación estándar:

$$p = \sum \frac{Di/n}{N};\ s = \sqrt{n.p(1-p)}$$

Con estos dos valores se calculan los límites de control:

$$Línea\ central = n.p;\ LCS = n.p + 3.\sqrt{n.p(1-p)};\ LCI = n.p-.\sqrt{n.p(1-p)}$$

Con los valores obtenidos se puede obtener la gráfica "np"; si no hay puntos fuera de los límites de control y no se encuentran patrones no aleatorios, se adoptan los límites calculados para controlar la producción futura.

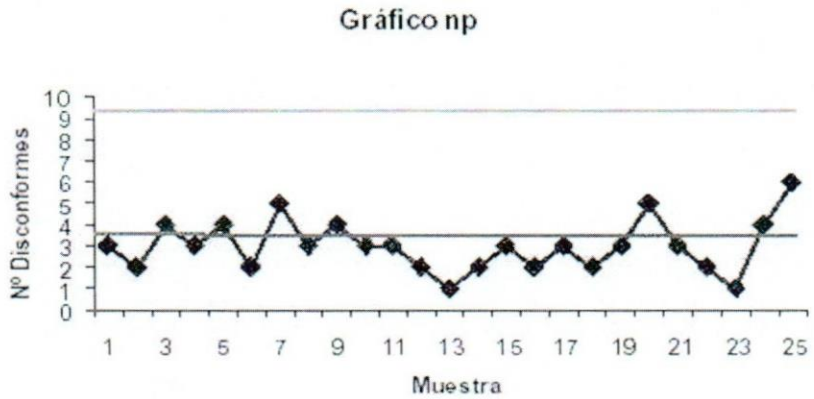


Gráfico N°1. Ejemplo del gráfico de control por atributos "np"
Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/Estadist/ManualCPE09p2.htm

Diagrama de Causa-Efecto.

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

Soportes Científicos y Técnicos Oftálmicos.

La Luz.

Es la parte de las radiaciones electromagnéticas que permiten estimular los receptores de la retina, produciendo sensación visual.

Sin Luz no hay Visión.

Para que el ojo humano pueda percibir dichas radiaciones, su longitud de ondas debe de estar entre los 400 nm y 700 nm; aquellas ondas que se encuentran fuera de estos valores dejan de ser visibles. Las de longitudes más bajas se conocen como Ultravioletas y las de longitudes más altas como Infrarrojos.

Elementos de la Visión

Luz: Onda electromagnética visible.

Absorción: Luz que pasa a través de un cuerpo cristalino.

Reflexión: Cantidad de luz que no es absorbida y vuelve a su origen.

Transmisión: Cantidad de luz que pasa al objeto receptor.

La luz incide sobre un cuerpo, choca con la superficie, una parte es absorbida, otra es transmitida y el resto es reflejada.

El Ojo Humano.

Es un órgano foto receptor que se encarga de recibir los rayos de luz procedentes de los objetos del exterior.

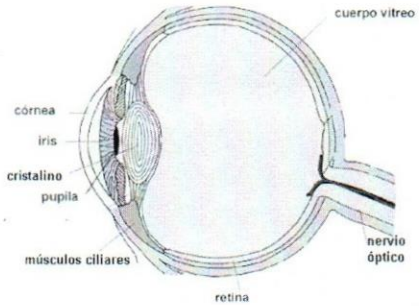


Figura. N°1. Ejemplo de un ojo humano y sus partes
Fuente: http://www.google.co.ve.

La luz entra a los ojos a través de la córnea y el iris, atraviesa el cristalino llegando finalmente a la retina, que es donde se reproduce la imagen invertida del objeto.

Deficiencias Visuales.

También conocidas como Ametropías, son todas las alteraciones que hacen que la imagen percibida por el ojo no se forme en la retina; y llamaremos Emetropías, cuando la imagen percibida se forma sobre la retina.

Tipos de Ametropías.

1. Miopía

   Es el estado refractivo en donde el punto focal se forma delante de la retina cuando el ojo se encuentra en reposo, en la retina sería lo normal. El ojo miope no ve con nitidez los objetos de lejos ya que estos se forman delante de la retina y no

sobre ella, por lo que necesita lentes divergentes para tener una visión normal.

2. Hipermetropía

   Es un defecto de convergencia del sistema óptico que forma el mismo ojo, la imagen en actitud de reposo forma la imagen detrás de la retina. El ojo hipermétrope no ve con nitidez los objetos cercanos ya que estos se forman detrás de la retina y no sobre ella, por lo que necesita de lentes convergentes para tener visión normal.

3. Astigmatismo

   Es un defecto de enfoque del sistema óptico, debido a que los rayos de luz que inciden en el ojo no son refractados por igual en todos los meridianos del mismo; la causa más habitual de esta alteración es la deformación de la córnea ó del cristalino, además posee un factor hereditario bastante grande.

4. Presbicia

   Es un defecto de acomodación ocular, causado por la pérdida de elasticidad del cristalino, lo que no le permite enfocar correctamente las imágenes. La presbicia aparece aproximadamente entre los 40-45 años de edad.

5. Anisometropía

   Consiste en una diferencia en el error refractivo de los dos ojos, se trata con frecuencia de un problema congénito, pero no siempre es detectado precozmente.

A pesar de que el ojo humano es un sistema óptico con características notables, sabemos también que el buen funcionamiento de éste se ve afectado por ciertas alteraciones que limitan su percepción. Con el objetivo de corregir estas alteraciones, se crean los lentes oftálmicos.

Los Lentes.

Son un disco de vidrio o un polímero transparente cuya forma hace que refracte la luz procedente de un objeto y forme una imagen real o virtual de este; los lentes están compuestos por dos caras que pueden ser de forma convexa ó cóncava.

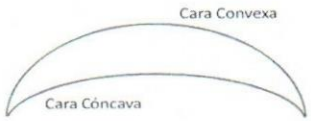


Figura N°2. Ejemplo cara convexa y cara concava en una lente.

Clasificación de los Lentes.

Se pueden clasificar los lentes por su: forma, material o índice de refracción, diseño, propiedades, superficie y fórmula.

1. **Por su forma:**

   Se dividen en convergentes y divergentes.

   1.1. Convergentes ó Positivos

   Son aquellos cuyo espesor va disminuyendo del centro hacia los bordes, en este tipo de lentes todo rayo que pase paralelamente al eje principal, al refractarse se junta en su foco y corrige defectos de Hipermetropía.

   Existen tres tipos de lentes convergentes:

   - Biconvexos
   - Plano-Convexos
   - Menisco Convergente.

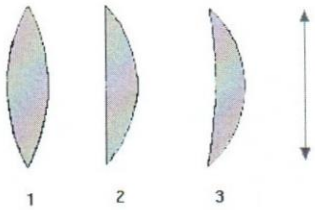


Figura N°3. Ejemplo lentes positivas

1.2. Divergentes ó Negativos

Son aquellos cuyo espesor va disminuyendo del borde hacia el centro, en este tipo de lentes, todo rayo que pase paralelamente al eje principal, al refractarse se separa como si procediera de un foco principal y corrige defectos de Miopía.

Existen tres tipos de lentes divergentes:

- Bicóncavos
- Plano-Cóncavo
- Menisco Divergente

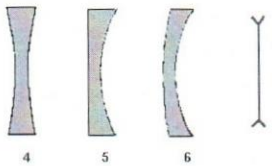


Figura N°4. Ejemplo lentes negativas

2. Por su Índice de Refracción o Material:

Se dividen en Minerales y Orgánicos, esto es debido a la composición del medio refractor del lente. Siendo el índice de Refracción la capacidad que tiene la luz de dispersarse en un objeto cristalino, a mayor índice de refracción mayor será la dispersión y la reflexión.

Los Lentes Minerales, son aquellos cuya materia prima es el vidrio. Se caracterizan porque, presentan una notable dureza y resistencia al rayado y son más pesados que los lentes orgánicos debido a su mayor densidad.

Los Lentes Orgánicos, son aquellos cuya materia prima es un producto de la química orgánica, es decir, polímeros fabricados especialmente para ser usados en la óptica oftálmica. Se caracterizan porque, tienen una baja densidad, lo que los hace más livianos y son blandos y más propensos a rayarse que los lentes minerales, esto es solventado con la aplicación de un tratamiento endurecedor, lo que hace que la superficie sea más resistente al rayado.

Los Lentes Orgánicos según su índice de refracción se clasifican en:

2.1.CR-39 (1.50n)

Es el primer material orgánico para uso oftálmico que salió al mercado, este material posee una densidad muy baja lo que lo hace más ligero y resistente a la abrasión, pero por ser de índice bajo es de poca resistencia y los lentes son de gran espesor.

El CR-39 por tener la disposición de sus componentes menos compactos, la luz le atraviesa con mayor libertad creando mayor absorción y menor cantidad de reflexión.

2.2. Alto Índice (1.57/1.60/1.67/1.70n)

Son considerados de alto índice todos aquellos materiales que estén por encima de 1.498 en el índice de refracción. Para mejorar las propiedades de los CR-39 se creó este material que ofrece mayor resistencia, permitiendo reducir a un máximo los espesores, obteniendo mayor estética en los lentes de fórmulas altas.

Los materiales de alto índice son más propensos al rayado, por lo que es necesario la aplicación de tratamientos endurecedores. Así mismo, debido a la disposición bastante compacta de los componentes del alto índice, la luz tiene menor libertad de atravesar el material, busca los accesos posibles de salida y esto crea una mayor dispersión, menor absorción y por tanto menor reflexión.

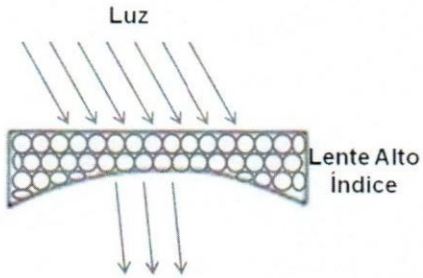


Figura N°5. Ejemplo lente alto índice

2.3. Policarbonato (1.586n)

Este material ofrece las mismas propiedades de los altos índice, sumando la flexibilidad y alta resistencia, la cual se logra gracias a la formación de sus cadenas paralelas con enlaces entre ellas; son aconsejables en lentes para uso de niños, deportistas y de seguridad.

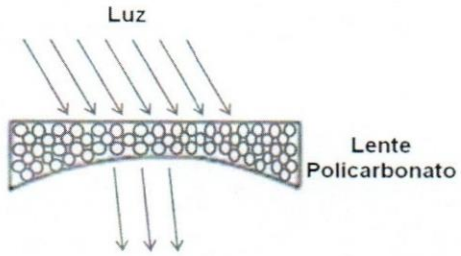


Figura N°6. Ejemplo lente policarbonato

3. Por su Diseño:

3.1. Monofocales ó Visión Sencilla

Son los lentes más comunes y se caracterizan por poseer una sola corrección, estas pueden compensar todas las ametropías, miopía, hipermetropía y astigmatismo.

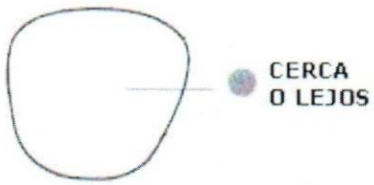


Figura N°7. Ejemplo lente visión de cerca o lejos

3.2. Bifocales

Son los lentes provistos de un segmento u oblea para la visión cercana, lo que significa que estará compuesto por dos visiones o correcciones, requieren de un período de adaptación ya que producen un efecto llamado "*salto de imagen*", que no es más que el cambio brusco de visión lejana a visión cercana; pueden compensar todas las ametropías y la presbicia. (Línea Caroní: Flat-Top,

Kriptok, Kriptok Invisible)

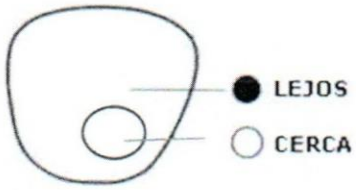


Figura N°8. Ejemplo lente visión de cerca y lejos

3.3. Progresivos

Son los lentes con un diseño innovador que permiten al usuario tener los tres campos de visión de forma progresiva, en estos lentes los cambios de visión se realizan de manera progresiva y por lo tanto desaparece el "*salto de imagen*"; pueden compensar todas las ametropías y la presbicia.

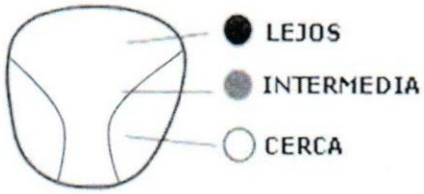


Figura N°9. Ejemplo lente visión progresiva

Los lentes progresivos de alta precisión se hacen con Tecnología "FREE-FORM" que proporcionan diversas ventajas como diseños personalizados, adaptación especial al movimiento natural de los ojos, amplios campos visuales, mayor comodidad a todas las distancias, adaptación espontánea gracias al perfecto equilibrio de los campos, visión en alta definición con contrastes mejorado y espesores mas estéticos.

4. Por sus Propiedades:

Los lentes se dividen en fotocromáticos, polarizados, anti rayas y anti reflejos.

4.1. Lentes Fotocromáticos

Son aquellos lentes fabricados con materiales que tienen la capacidad de oscurecerse en presencia de los rayos ultravioleta, proporcionan protección

solar en exteriores, volviendo a tener un nivel de absorción muy bajo en interiores. La sustancia química que permite la modificación del color del lente puede estar presente en toda la masa, como por ejemplo está en los llamados "*COLORMATIC*" ó puede estar adjunta a la superficie del material mediante capas, como está en los llamados "*TRANSITIONS* ".

Los lentes fotocromáticos en la masa poseen la ventaja de no perder la propiedad por abrasiones fuertes y la desventaja en que la diferencia de espesores entre los lentes origina variación en las tonalidades.

4.2. Lentes Polarizados

Estos lentes tienen la propiedad de ordenar los rayos de luz que entran al ojo, la luz que viaja en diferentes planos perpendiculares a la dirección de propagación es llevada a un solo plano del espacio, mediante la polarización ó efecto persiana.

4.3. Lentes Anti Rayas

Son aquellos lentes que su superficie ha sido recubierta por una capa de materiales híbridos orgánicos / inorgánicos, aportándole mayor resistencia a la abrasión; esta abrasión es la acción y el efecto del desgaste por fricción del lente.

Existen dos métodos de aplicación del Tratamiento Anti Rayas:

I. Método Termo Curado por Centrifuga ó Spinning

Consiste en la aplicación de la capa protectora mediante movimientos giratorios, la laca es expulsada de abajo hacia arriba y los movimientos giratorios permiten que ésta se disperse sobre toda la superficie del lente. Este método es recomendado para lentes con protección de fábrica en la cara convexa, "HC" (Hard Coad/Endurecido), "SCR" (Scratch/Resistencia).

La aplicación del tratamiento se define en los siguientes pasos:

- Limpieza con agua des-ionizada.

- Secado con Aire.
- Aplicación de la capa anti rayas.
- Adherencia de la capa, a través de la aplicación de rayos ultravioleta.

El proceso de aplicación tiene una duración de 1,25 min más un tiempo de adhesión de la laca de 30 seg.

II. Método Termo Curado por Inmersión ó Deeping

Consiste en la aplicación de la capa protectora mediante la inmersión, aquí el lente es sumergido en diferentes soluciones a una velocidad y tiempo determinado; este método es el recomendado para los lentes que están desprotegidos de tratamiento alguno de fábrica, es decir las siglas "UNC" (Unscratch/Sin resistencia) y UC (Uncoat/Sin endurecido). Una vez aplicada la capa anti rayas se lleva a los hornos para su desgasificación y endurecimiento.

4.4. Lentes Anti Reflejos

El Anti Reflejo (AR) es uno de los tratamientos que en los últimos años ha logrado mayor desarrollo, el mismo ofrece claras ventajas clínicas y estéticas para los usuarios, permitiéndoles poder ver más fácilmente a través de los lentes de sus anteojos. Asimismo, el AR le brinda al óptico la oportunidad de aumentar su margen de utilidades, el tratamiento anti reflejo consiste en un revestimiento que se hace al lente, por medio de una delgada película de varias capas que se aplica sobre el para reducir los reflejos y eliminar el deslumbramiento.

Además, debido a que facilita la transmisión de luz y mejora los contrastes, este tratamiento también reduce los efectos de cataratas, degeneración macular y otros trastornos relacionados con la edad. El uso del AR se recomienda para desarrollar todo tipo de actividades, pero particularmente en aquellas personas que trabajan con luces fluorescentes o con computadoras; de igual manera, además de reducir el deslumbramiento también disminuye las imágenes

fantasma y distorsiones a menudo ocasionadas por los lentes de alto índice, facilitando así la transición y adaptación de los usuarios en este tipo de lentes.

El tratamiento anti reflejo tanto en lentes minerales como orgánicos, consiste en la aplicación de una secuencia de distintas sustancias evaporadas en condición de alto vacío y en un ambiente libre de impurezas, lo que asegura una adecuada adherencia de las sucesivas capas depositadas; las ventajas asociadas a este proceso determinan un aprovechamiento notable del nivel de luz ambiental, lo que no sólo lo hace altamente recomendable en aplicaciones oftálmicas sino también para una amplia gama de dispositivos ópticos de precisión.

Este tratamiento se puede realizar en lentes de todos los materiales existentes en el mercado actual; en tanto, por sus características se hace como último paso previo al montaje, aunque en algunos casos es posible aplicarlo después del mismo.

Bases Legales.

A pesar de que el producto realizado por Óptica Caroní, cubre requerimientos que son de primera necesidad, como lo es la corrección de defectos visuales, la producción de estos productos no está sometida directamente a leyes orgánicas, ordinarias, habilitantes, de bases, estatales o municipales, tampoco sometida a actos administrativos o decretos ordinarios en la República Bolivariana de Venezuela, solo se visualiza según la pirámide de Kelsen en acuerdos internacionales, ya que para las especificaciones de los productos se utilizan normas internacionales como: ANSI Z80.1 – 2005 American National Standard Prescription Ophthalmic Lenses recomendation, ISO 8990-1-2004, Especificaciones para lentes monofocales y multifocales e ISO 8990-2 -2004, Especificaciones para lentes progresivas.

CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO.

Una vez que se ha formulado el problema de investigación, se han definido los objetivos de la misma y se han establecido las bases teóricas que orientarán y sustentarán el análisis de manera precisa, para indicar el tipo de datos que se requiere indagar y recopilar, deben seleccionarse los distintos métodos y las técnicas que posibilitarán obtener la información requerida, identificando los métodos e instrumentos que se emplearan, el tipo de estudio y el diseño de la investigación.

A continuación se presenta el Marco Metodológico de la presente investigación.

Tipo de la Investigación.

Según Valarino, Yaber, Cemborain (2010). El enunciado del problema se relaciona con el tipo de investigación por realizar, diferenciado por su propósito, los aspectos involucrados, ya sean variables, adecuaciones entre fines y medios, relación entre una necesidad y una condición deseada o un producto o servicio. (p.91).

Según Valarino y Cols (2010).

> La investigación y desarrollo tiene como propósito indagar sobre necesidades del ambiente interno o entorno de la organización, para luego desarrollar una solución que pueda aplicarse a una empresa o mercado. El problema se plantea como una "relación entre una necesidad identificada para ser atendida mediante un diagnostico o análisis y el desarrollo de una solución, producto o servicio" (p.94)

Según los objetivos que se plantearon, la investigación tuvo un nivel descriptivo. La investigación propuso un plan para la mejora de la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Optica Caroní C.A.

Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación fue no experimental, documental, de campo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2003) definen como no experimental: "observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos" (p.189).

De esta manera, la investigación se desarrollo tanto documental, por el apoyo en fuentes provenientes de instructivos de trabajo, indicadores de procesos, manuales de los equipos utilizados en proceso y de campo por el desarrollo dentro de la fábrica de procesamiento para la obtención de datos según el personal que allí labora, desde los operarios, supervisores hasta los gerentes de área; como de las observaciones directas que se hicieron para identificar las variables críticas de los distintos procesos e identificar las oportunidades de mejoras en la calidad y la productividad, esta investigación se ubico en un nivel descriptivo.

Según Hernandez y Cols (2003), un estudio descriptivo "busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos comunidades o cualquier fenómeno que se someta a un análisis". (p.117)

Así mismo, el trabajo se desarrolló según un diseño de investigación tanto documental como de campo. Documental por el gran apoyo de fuentes provenientes de los manuales de especificaciones de los equipos utilizados dentro de los procesos y de campo por el desarrollo dentro de la planta de fabricación de lentes oftálmicos por la obtención de datos según la participación del personal, las observaciones directas y el material para cursos de capacitación que se han dictado.

Unidad de Análisis.

La unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser objeto específico de estudio en una medición y se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación

El trabajo considero la planta de fabricación de lentes Oftálmicos de Optica Caroní C.A. ubicada en la ciudad de Caracas, específicamente los procesos involucrados en la línea con tecnología Free Form.

Población.

Se trabajo con una población constituida por los procesos de la línea Free Form de la planta de fabricación de lentes, se incluyeron a 30 personas quienes desempeñan labores de operadores, supervisores, coordinadores, analistas de calidad, asesores y

gerentes que contribuyeron a la identificación de las variables críticas a partir de entrevistas realizadas bajo un esquema no estructurado.

Técnicas y Herramientas para la Recolección de Datos.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diversas técnicas e instrumentos para la recolección de data: lista de chequeo, entrevistas no estructuradas, observación directa, lecturas.

La observación es la acción de percibir un fenómeno a través de los sentidos. Esta técnica se usa cuando es necesario observar como ocurre un determinado fenómeno en un ambiente real.

Se puede realizar observación directa, cuando los registros son realizados por personas que observa o apoyarse en equipos como grabadoras, cámaras de video o fotográficas, entre otros y luego se hace la codificación, análisis e interpretación de los datos.

Como el observador es quien percibe la información y la procesa, para catalogarla como un dato relacionado con lo que quiere medir, puede ser subjetivo. Es por ello que debe tener muy claro el objetivo, las variables y las categorías mediante las cuales va a clasificar el fenómeno que percibe a través de sus sentidos. Este proceso puede ser difícil, es necesario tener capacidad de atención y discriminación.

Validez y Confiabilidad.

Los instrumentos utilizados en este proceso deben contar con dos características fundamentales: Validez y Confiabilidad.

Según Valarino y Cols (2010).

> La validez se refiere a que se debe tener cierto grado de seguridad, que lo que se esta midiendo sea lo que se pretende y no otra cosa, que la técnica empleada mida el fenómeno que se supone tiene que medir o que el observador pueda clasificar un comportamiento en una categoría con cierto grado de veracidad. (p.227).

Según Valarino y otros (2010).

> La confiabilidad es la estabilidad de la medida, su fiabilidad, su falta de distorsión, su consistencia. La confiabilidad se refiere a que el instrumento mida lo mismo cada vez que se emplea o que diferentes observadores midan lo mismo en condiciones similares y puedan llegar a acuerdos. Algunos autores definen la confiabilidad como precisión. La precisión se refiere a la resolución del instrumento, es decir, que tan finamente puede medir el fenómeno. (p.228)

Técnicas para el Análisis de Datos.

Una vez que se recopilaron los datos se paso a la etapa en donde se interpretaron y analizaron. Analizar significa ordenar, categorizar, descomponer, manipular y resumir datos para responder a las preguntas de investigación. Por otro lado interpretar es un proceso posterior al análisis, en el cual se infieren significados a partir del mismo.

Las técnicas de análisis de la información pueden ser cualitativas y cuantitativas. En los trabajos de especialización o de investigación se realizan, por lo general, análisis cuantitativos de tipo descriptivo o cualitativos más sencillos.

En el análisis se presentan los resultados en tablas o figuras, con ellas se interpretan los datos y las tendencias.

Operacionalización de los Objetivos.

Cada objetivo específico de la investigación cuenta con una serie de variables de estudio que, según Arias (2006) es: "una característica, cualidad o medida que puede sufrir cambios y que es objeto de análisis, medición o control en una investigación"(p.55), y depende de dos elementos fundamentales: dimensión e indicadores. Arias (2006) los define como: "una dimensión es un elemento integrante de una variable compleja, que resulta de un análisis o descomposición" y "un indicador es un indicio, señal o unidad de medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones" (p.56). Es decir, la dimensión es una especie de sub variable y los indicadores son aquellos elementos numéricos que permiten evaluar cada variable.

Tabla N°2. Operacionalización de los objetivos (parte 1).

Objetivos	Variables	Dimensiones	Fuentes de información	Indicadores	Técnicas
Describir los procesos operativos que se realizan en la planta de fabricación de lentes oftálmicos.	Procesos en la planta de fabricación de lentes oftálmicos		Revisión documental Fuentes vivas: operarios, coordinadores y supervisores	Capacidad de los procesos. Técnicas y herramientas de control	Observación directa. Entrevistas no estructuradas. Revisión documental
Analizar las variables críticas en los procesos operativos descritos.	Variables criticas	Condiciones de operación. Operadores. Equipo.	Revisión documental Fuentes vivas: operarios, coordinadores y supervisores	Informe de variables criticas	Observación directa. Entrevistas no estructuradas. Revisión documental Análisis: Espina de pescado, tormenta de ideas.
Determinar la capacidad de los procesos (Cpk)		Operativa e Instalada.	Revisión documental	Capacidad de los procesos	Gráficos de control estadístico de proceso. Grupos de discusión

Tabla N°2. Operacionalización de los objetivos (parte 2).

Objetivos	Variables	Dimensiones	Fuentes de información	Indicadores	Técnicas
Definir los elementos necesarios de un plan que mejore la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Óptica Caroní C.A, bajo el enfoque de Capacidad de procesos.	Métricas Instrumento Acciones de contingencia y de mejora. Estrategias para la implementación del plan.		Fuentes vivas. Consulta a expertos	Métricas del proceso definidas Instrumentos de recolección de datos construidos Alcance del plan. Justificación del plan Objetivos del plan Comunicación con los involucrados. Responsables Desarrollo Requisitos Presentación del plan Cronograma del plan Estrategias para la implementación	Análisis. Revisión documental Resultados de los objetivos previos

Fases de la Propuesta.

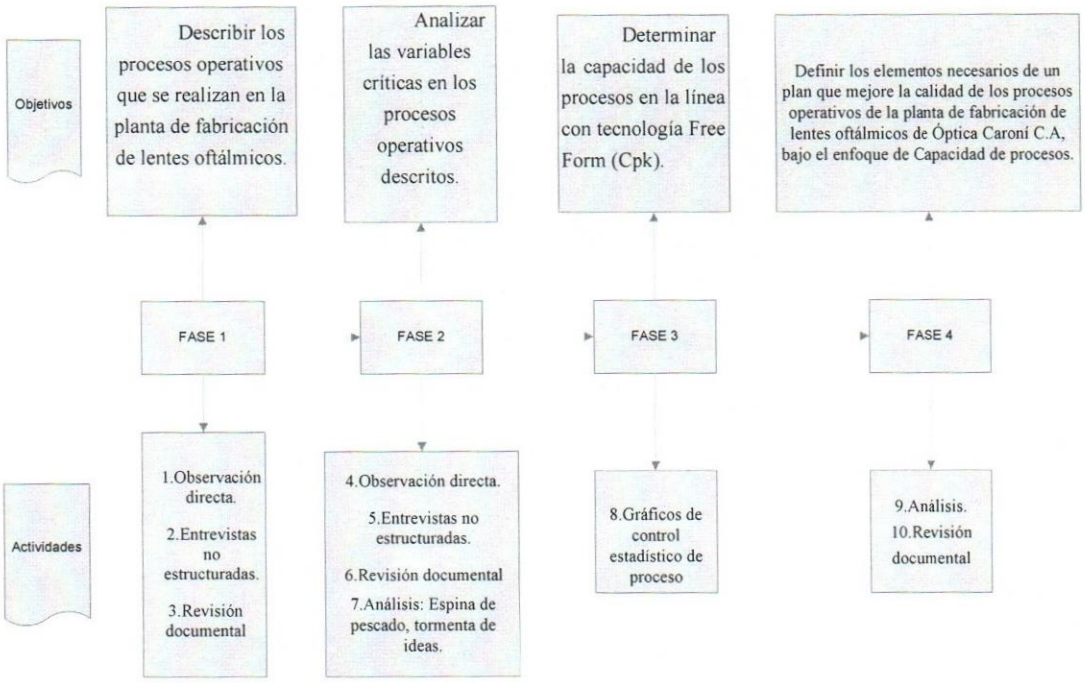


Figura N°10. Fases de la propuesta

Consideraciones Éticas.

El autor de esta investigación, hizo uso debido de las instalaciones en donde se realizo la investigación, trato la información suministrada con toda ética profesional, no emitió juicios de valor sobre conversaciones sostenidas con el personal, estuvo siempre dispuesto a resguardar los bienes cuando estuvo trabajando con ellos.

El investigador fue fiel a los resultados obtenidos, estuvo comprometido en decir la verdad, no los trato a su conveniencia, ni se apropió de ideas ajenas, ya sea por escritos o investigaciones previas. Esta investigación fue apropiada y pretende resolver un problema existente y de peso en la empresa Óptica Caroní.

El desarrollo de esta investigación, tiene relevancia a nivel de la Especialidad en Gerencia de Proyectos, ya que su objeto de estudio fue el diseño de un plan para la mejora de la calidad de los procesos de una planta de fabricación de lentes; con la aplicación de la metodología del Project Management Institute (PMI), y se enfoco en

un área de conocimiento que es la Gestión de la Calidad del Proyecto específicamente en el proceso de control estadístico de la calidad.

Cronograma del Proyecto.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		observaciones directas	3 días	lun 01/08/11	mié 03/08/11	
2		entrevistas no estructuradas	5 días	jue 04/08/11	mié 10/08/11	1
3		revision documental	5 días	jue 11/08/11	mié 17/08/11	2
4		observaciones directas	3 días	jue 18/08/11	lun 22/08/11	3
5		entrevistas no estructuradas	3 días	mar 23/08/11	jue 25/08/11	4
6		revision documental	3 días	vie 26/08/11	mar 30/08/11	5
7		analisis de las variables	5 días	jue 01/09/11	mié 07/09/11	
8		uso de graficos de control	5 días	jue 08/09/11	mié 14/09/11	7
9		analisis para definir metricas	5 días	jue 15/09/11	mié 21/09/11	8
10		revision documental	3 días	jue 22/09/11	lun 26/09/11	9
11		analisis para definir instrumentos	5 días	lun 26/09/11	vie 30/09/11	
12		revision documental	3 días	lun 03/10/11	mié 05/10/11	11
13		analisis para definir las acciones de contingencia y mejora	5 días	mar 04/10/11	lun 10/10/11	
14		revision documental	3 días	mar 11/10/11	jue 13/10/11	13
15		analisis para definir las estrategias para la implentacon del plan	5 días	vie 14/10/11	jue 20/10/11	14
16		revision documental	5 días	jue 14/07/11	mié 20/07/11	

Figura N°11. Cronograma del proyecto

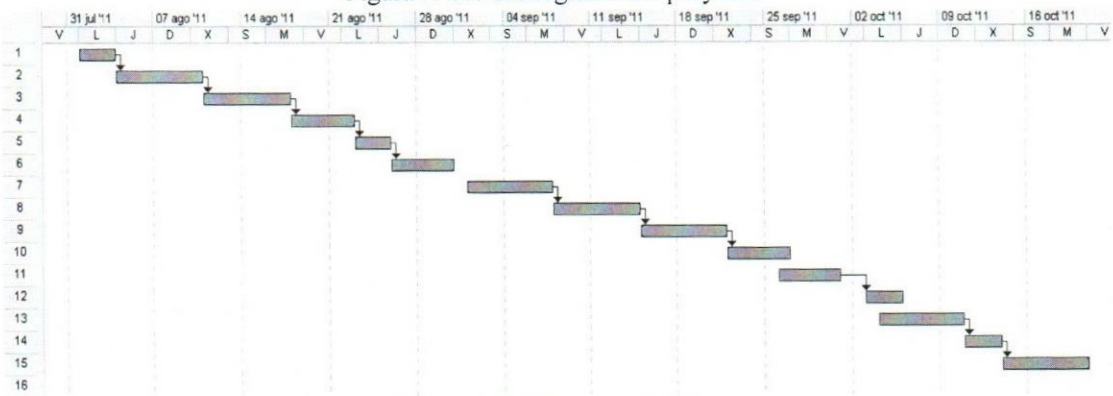


Figura N°12. Diagrama de Gantt

Factibilidad del Proyecto.

Este proyecto conto con los recursos necesarios para realizarse, las personas estuvieron bien dispuestas, la empresa cuenta con herramientas de Hardware y Software que soportaron las actividades realizadas, el tiempo estuvo disponible para realizar el trabajo, el trabajo va en pro de los proyectos más importantes para el año 2011 y 2012 programados por la organización.

CAPITULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL

A continuación se presenta, el marco organizacional, comenzado con una breve historia de los lentes oftálmicos, los inicios de la empresa como planta productora, la visión, misión, logros alcanzados, variedad de productos y su organigrama funcional.

Historia de los Lentes Oftálmicos.

En el año 1.249 el filósofo inglés Roger Bacon, formuló la primera afirmación acerca del uso de lentes oftálmicos para mejorar la visión; sin embargo, posiblemente ya en el siglo X los chinos habían utilizado lentes de aumento colocadas en molduras. En Europa, los lentes se utilizaron por primera vez en Italia, inventados por el florentino Salvino Degli Armati (m. 1.357) hacia 1.285, y algunos retratos medievales representan personas que portaban lentes.

Los primeros lentes oftálmicos, probablemente monóculos, se hicieron tallados en berilo, y tenían lentes convexos, destinados a las personas ancianas que tenían dificultades para ver de cerca. En 1.451 el erudito alemán Nicolás de Cusa (1.401-1.464) propuso el empleo de lentes cóncavos, más delgados en el centro que en los bordes, a fin de poder ver de lejos, estos lentes se destinaron a los usuarios miopes.

Con la invención de la imprenta en el siglo XV, se incrementó la demanda de lentes oftálmicos y hacia 1.629 era lo bastante grande como para que en Inglaterra se concediesen derechos a una corporación de fabricantes de lentes. Los primeros lentes bifocales fueron elaborados para Benjamin Franklin hacia 1.760 por indicación suya; al principio sólo se fabricaban lentes que corregían la miopía y la hipermetropía, y sólo a finales del siglo XIX se generalizó el uso de lentes cilíndricos para la corrección del astigmatismo.

En la actualidad, los profesionales de la óptica (técnicos diplomados), que en algunos países reciben el nombre de optometristas u ópticos, examinan los ojos para detectar posibles defectos de la visión y prescribir lentes convencionales o lentes de contacto

correctivos. En contraste, el optometrista u oftalmólogo (médico especialista), tiene a su cargo el tratamiento médico o quirúrgico de las enfermedades y anomalías de la visión humana.

Las plantas de producción o laboratorios ópticos a nivel mundial, desarrollan mejoras en sus procesos, proporcionando a estos profesionales de salud visual amplia variedad de posibilidades de corrección y a los usuarios, lentes hechos a la medida garantizando una adaptación espontánea, natural y una visión de alta definición.

En Venezuela, existen pocos laboratorios dedicados a este sector de producción, Óptica Caroní, es actualmente la planta de manufactura de lentes más grandes, a continuación se presenta su historia.

Reseña Histórica de la Empresa.

Optica Caroni C.A. es una empresa de producción nacional de lentes oftálmicos, con 41 años de experiencia. En los años 70 contaba con un pequeño laboratorio en el Silencio, que prestaba servicio a dos ópticas cercanas, Óptica Venezuela y Óptica Roxi. Dicho laboratorio realizaba lentes oftálmicos con vidrio como materia prima, teniendo como meta seguir creciendo a pesar de las limitaciones que se tenía al procesarlo.

En otro lugar de la ciudad de Caracas, en el año 1974, dos jóvenes proactivos deciden procesar lentes oftálmicos con materiales plásticos y es cuando se ponen en contacto con el dueño de aquel pequeño laboratorio. Recibiendo esta asesoría y comprando maquinaria de segunda mano, montan un laboratorio que procesaba plástico en la avenida Andrés Bello. Es para el año 1976 que estos tres socios deciden unir esfuerzo y mudarse para la avenida Urdaneta, donde procesaban lentes oftálmicos de vidrio y plástico; siendo justo allí cuando el laboratorio comienza a dar frutos y tener gran éxito.

Procesar lentes terminados con correcciones oftálmicas de alta rotación y crear un gran stock son unas de las grandes ideas que se tienen en Venezuela para la época. Comprar unos lentes requería esperar hasta un mes para recibirlos, el hecho de

entregarlos en menos de una semana revolucionaba el comercio de este producto; además, el trabajo manual para el cálculo de las curvas generaba lentes con poca exactitud, y es cuando se comienza a trabajar con un programa que calculaba las correcciones en los materiales plásticos obteniendo resultados exactos, que brindaban innovación y sorprendían a los clientes.

Para 1976, se atendían variedad de sucursales y cadenas como Óptica Moderna en Caracas y algunas otras en el interior, en este año se crean convenios de exclusividad con la cadena de mayor expansión Óptica Caroní, hasta llegar a ser el único laboratorio que procesaba los lentes que estas sucursales vendían.

Para el año de 1978, entran a la sociedad dos nuevos empresarios, quienes le dieron un impulso importante a la comercialización de productos y comienzan a trabajar la reingeniería y a dar las primeras pinceladas de automatización en los procesos.

Alrededor de los años 80 se mudan a Catia, procesando alrededor de 1000 órdenes diarias, convirtiéndose de esta manera en el laboratorio más grande del sur de América.

Para el año 1989 y en plena expansión de sus clientes, Optica Caroni se preocupa por la compra de maquinaria de última tecnología para la época, los generadores más innovadores con principio hidroeléctrico, el plástico como material que revolucionaba el mundo óptico, por su nobleza al trabajarlo y lo liviano del anteojo del consumidor.

En este mismo año se comenzó a tener las primeras relaciones laborales con Rodenstock, empresa alemana reconocida a nivel mundial, obteniéndose acuerdos de exclusividad para procesar lentes con tecnología convencional.

Para el año de 1992 se adquieren novedosos generadores de Control numéricos (CNC) a una empresa norte americana llamada "Gerber Coburn", proporcionando múltiples ventajas en el proceso, mejores tiempos y productos de mayor calidad.

Para 1995 se hace un nuevo cambio de lugar de trabajo, instalando el laboratorio en la sede de Boleíta, el laboratorio seguía en expansión, las necesidades de aumentar la capacidad se hacían cada día más evidentes, las relaciones mejoraban con la empresa

Alemana Rodenstock y es en los años 2000 a 2002 cuando se comercializó en Venezuela los primeros lentes fabricados con tecnología Free Form; esto coincidiendo con una nueva mudanza del laboratorio a el área de "Los Cortijos", el espacio no era suficiente para mantener el proceso y a la amplia labor administrativa que se realizaba, así es como también se comenzó a trabajar el tratamiento antirreflejo en cristales terminados, y para los tallados o semi terminados se enviaban a Estados Unidos para su procesamiento; en vista de los altos volúmenes de ventas, la aceptación de esta propiedad en los lentes y los tiempos de entrega que se hacían muy largos, es cuando se realizó la compra de la primera máquina que realiza el tratamiento antirreflejo.

Para el año 2005, los volúmenes de lentes con tratamiento antirreflejo aumentaban descontroladamente, se hace necesario la compra de una segunda máquina para solventar los problemas de capacidad de procesos, en el 2006 se compra la primera línea de producción Free Form de lentes tallados y es hasta el 2007 cuando se hace en Venezuela por primer vez un lente Free Form con tecnología española Indo.

Para el año 2008 se hace la compra de la segunda línea para procesar lentes con tecnología Free Form y es cuando Optica Caroni adquiere el certificado para producir en sus instalaciones lentes Rodenstock con esta tecnología. Cabe destacar que es el primer y único laboratorio óptico venezolano en implementar la avanzada tecnología Free Form 3D; también es el primer laboratorio a nivel mundial en obtener su exclusiva certificación, para producir una amplia variedad de productos, materiales y díselos en condiciones idénticas a los fabricantes en Alemania.

Para el año 2009, el laboratorio nuevamente se expande, donde se adquiere la última tecnología en maquinaria para la aplicación del proceso antirreflejo, una tercera línea en el proceso de tallado de lentes tanto convencionales como con tecnología Free Form, dando respuesta a una nueva unidad de negocios dedicada a la comercialización de lentes Rodenstock, llamada Free Form Technologies, quienes hasta la fecha tienen un incremento en su cartera de clientes en la capital, con proyectos de expansión a nivel nacional para el año en curso 2011 y proyecciones

exponenciales en los próximos 2 años; además de seguir haciendo exclusivamente todos los lentes que vende Óptica Caroní en sus 78 sucursales actuales a nivel nacional.

Visión.

Consolidarnos como la corporación líder del mercado a través de la innovación y la excelencia con proyección internacional.

Misión.

Dar a nuestros clientes el mejor servicio que desarrolle una relación a largo plazo mediante un personal comprometido con la excelencia.

Productos y Logros.

Óptica Caroní se dirige a toda la población venezolana. Por esta razón, los técnicos ópticos están capacitados para ofrecer una buena atención a cualquier persona, sin hacer ningún tipo de distinción.

Su secreto para convertirse en la primera red de tiendas en ofrecer salud visual en Venezuela ha sido ver la rama de la óptica no sólo como un negocio técnico, sino también ligado a la moda, ya que los lentes también pueden definir el rostro y la personalidad de cada individuo. Por esta razón, *Óptica Caroní* se ha dedicado, además de hacer lentes de excelente calidad, a ofrecer monturas que realzan la belleza y se adaptan a las nuevas tendencias.

Esta concepción del negocio hizo que *Óptica Caroní* generara un importante cambio en la forma de mercadear los lentes en Venezuela: ya no se hacían en lugares similares a las farmacias, sino en espacios amigables que vislumbran un toque de moda, donde las personas pudieran mejorar su calidad visual por medio de lentes realizados con tecnología de punta.

La combinación de estas cuatro cualidades: Tecnología, Mejorar la calidad de la Salud Visual, Moda y Buen servicio, es lo que ha permitido a *Óptica Caroní* posicionarse como la red de tiendas ópticas líder de Venezuela.

Tabla N°3. Productos de la empresa.

PRODUCTOS	Características Físicas					Características Mecánicas		
	CR-39	Alto Índice 1,60	Alto Índice 1,67	POLY	Fotocromatico	Altura (mm)	RX (D)	Adición (D)
PROG. FREE	X	X	X	X	X	16 a 21	-10,00 a +8,00	0,75 a 3,00
PROG. FREE OCUPACIONALES	X	x	X	X	X	18 a 21	-13,00 a +7,00	0,75 a 3,00
PROG. FREE 2,0	X	X	X		X	16 - 18 - 20	-8,00 a +8,00	0,75 a 3,50
PROG. LIFE FREE	X	X	X		X	16 - 18 - 20	-8,00 a +8,00	0,75 a 3,50
PROG. MULTIGRESSIV MY VIEW	X	X	X		X	16 - 18 - 20	-8,00 a +8,00	0,75 a 3,50
PROG. MULTIGRESSIV OCUPACIONALES	X	X				16 - 20	-8,00 a +8,00	0,75 a 3,50
PROG. IMPRESSION ILT	X	X	X		X	16 - 18 - 20	+8,00 a -17,00	0,75 a 3,50

Estructura Organizacional de la Empresa

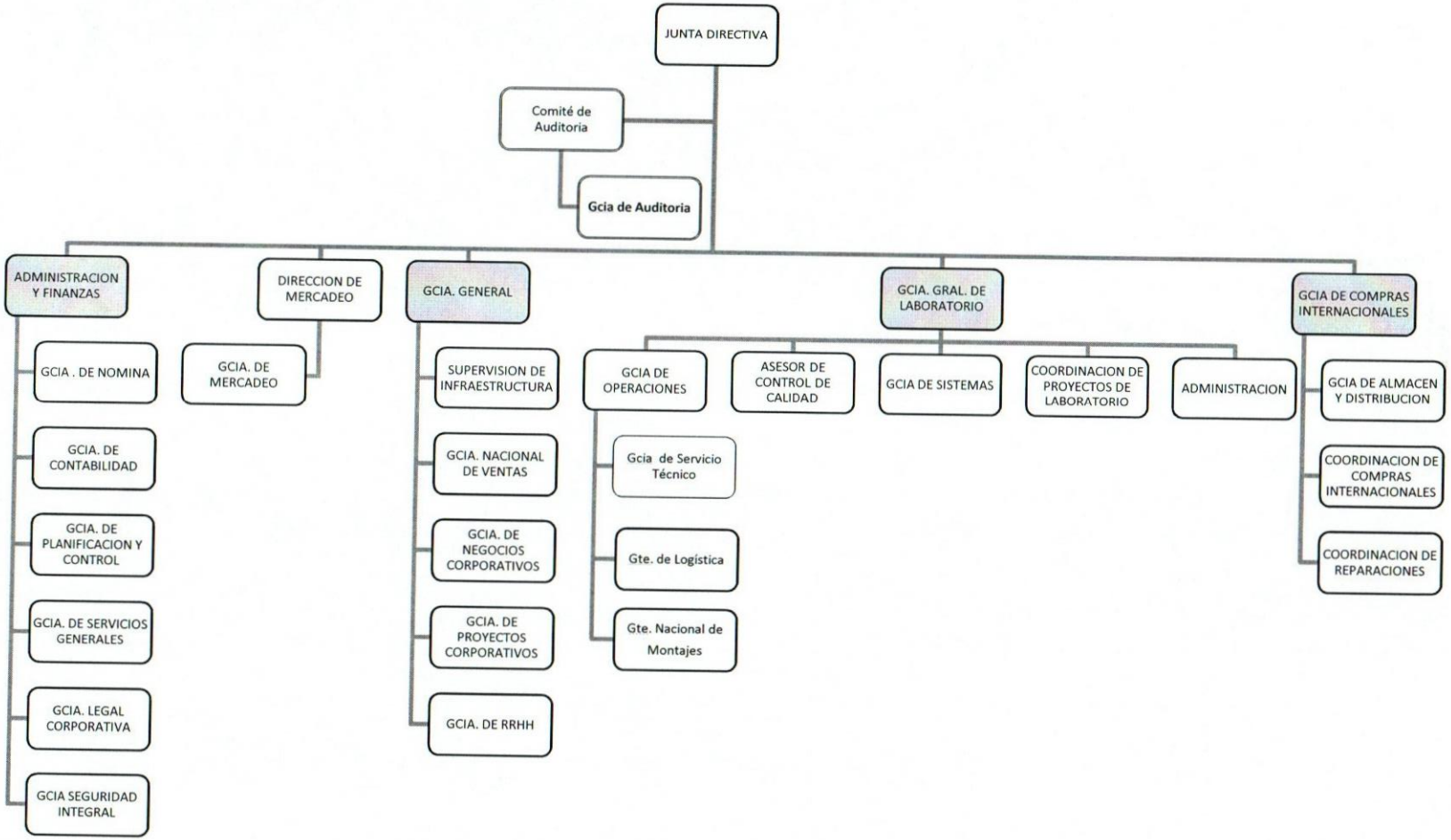


Figura N°13. Estructura Organizacional de la empresa

Organigrama de la Gerencia de Operaciones

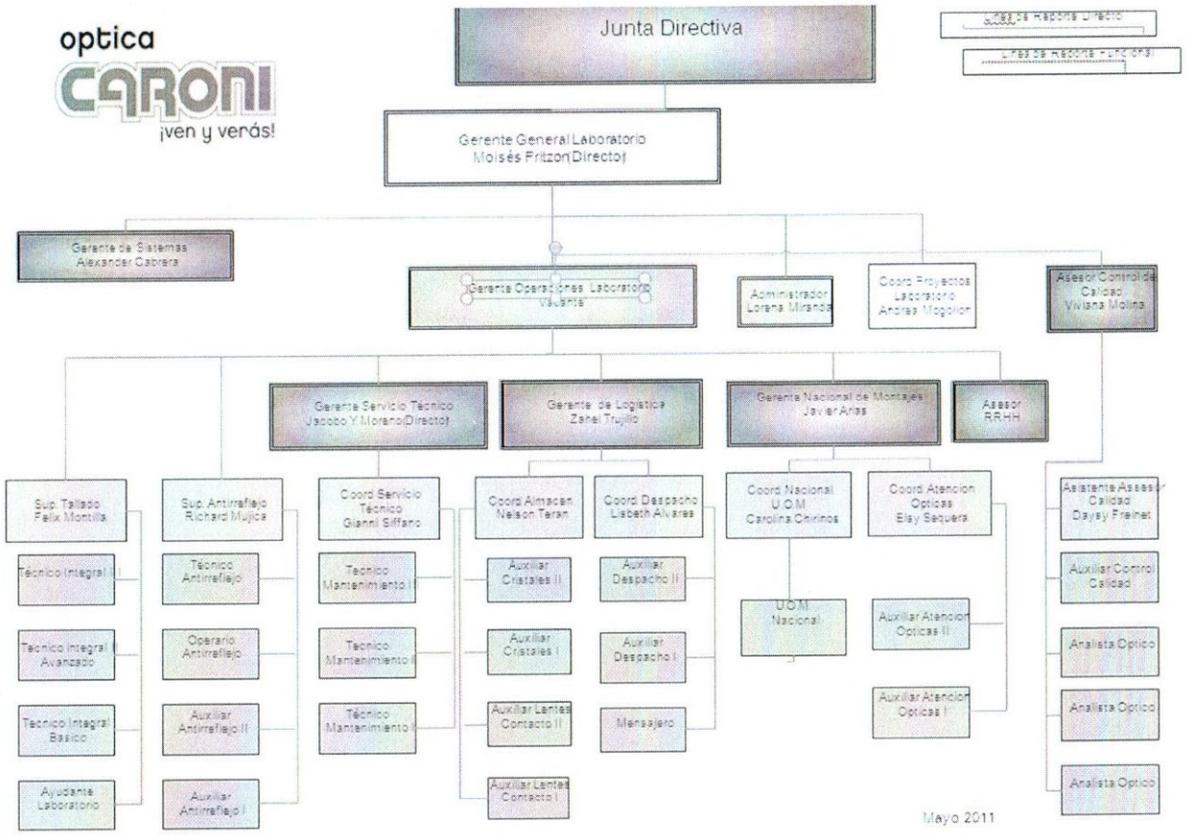


Figura N°14. Organigrama de la gerencia de operaciones

CAPITULO V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS

A continuación se presentan, analizan e interpretan los datos obtenidos en la presente investigación, mediante la aplicación de las técnicas e instrumentos explicados en el aparte correspondiente del Capítulo II: Marco Metodológico.

El propósito del análisis es resumir las observaciones, de manera que den respuestas a las interrogantes que se han planteado en la investigación. El análisis implica reordenar los datos y trabajarlos de manera que se comprendan, para poder interpretarlos y relacionarlos con problemas que ya han sido estudiados.

De acuerdo a esto, los datos recabados en el presente estudio, se presentan a continuación, dando respuesta a los objetivos de la investigación.

Objetivo N° 1. Describir los procesos operativos que se realizan en la planta de fabricación de lentes oftálmicos.

El proceso productivo de manufactura de lentes se lleva a cabo en tres grandes procesos, el primer proceso es en donde se produce la transformación de la materia, en el segundo proceso es en donde se deponen elementos que agregan valor y propiedades a la misma y por último en donde se realizan el ensamble de los lentes en la montura que usara el cliente final.

Flujograma general del proceso productivo.

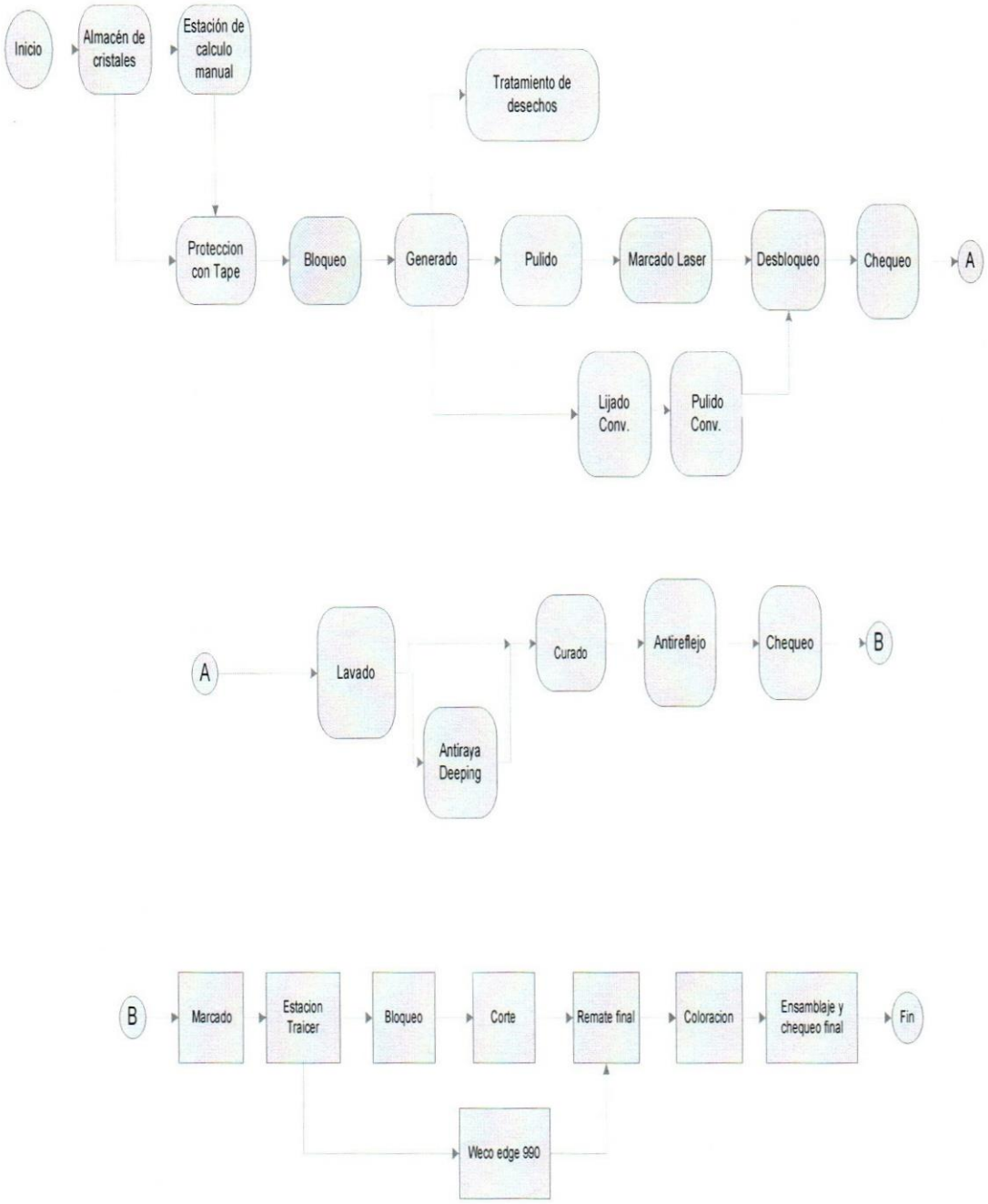


Figura N°15. Flujograma del proceso de manufactura de lentes

Descripción del proceso productivo.

I proceso. Tallado.

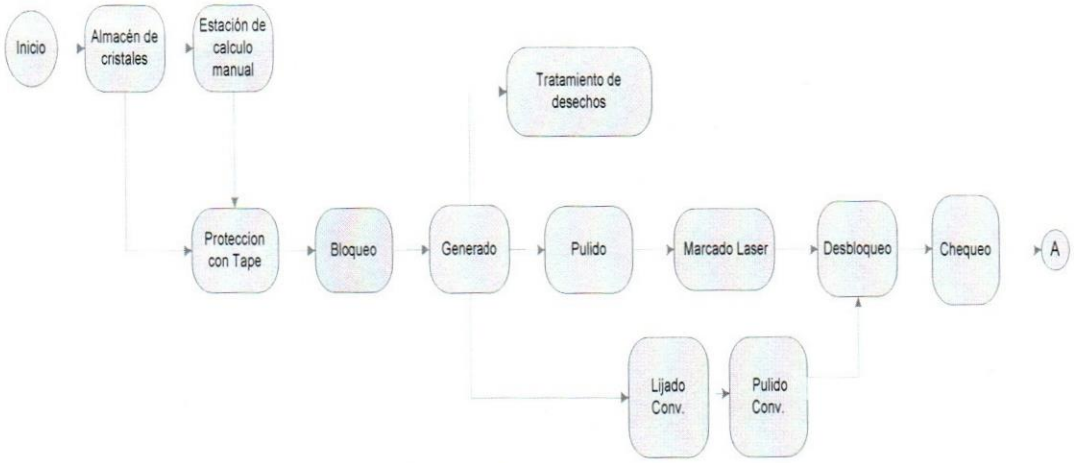


Figura N°16. Flujograma del proceso de Tallado de lentes

En este proceso los lentes son transformados según los requerimientos de la fórmula médica a través de un proceso de corte en la parte interna del cristal. Actualmente existen 4 líneas de producción, divididas según su tecnología en Convencional y Free Form. En la línea convencional se talla una superficie tórica en la parte interna del cristal en dos meridianos del lente; de esta manera se pueden realizar una gran variedad de productos Visión Sencilla, Bifocales y Multifocales Convencionales. Por otro lado, en la Free From (Formas Libres) nos permite generar superficies en varios meridianos, para producir, además de los productos Convencionales, Multifocales Progresivos donde la progresión se encuentra en la cara interna del lente, optimizando así, la visión para cada paciente.

El proceso general de Tallado se inicia, con el proceso de cálculo y se comienza con el ingreso de las variables físicas de los cristales semi-terminados y dimensiones de la montura (Materia Prima), en un sistema computarizado donde es calculada la curva cóncava a ser tallada de manera de obtener la receta médica y/o Refracción del paciente.

Tabla N°4. Descripción del proceso protección con Tape

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Protección con Tape	**Enteipadora o Folio de Protección**	200 lentes /hora
Descripción del proceso		
A esta estación ingresan los cristales ya calculados, los cuales se les protege por medio de una cinta adhesiva ó Tape por la parte convexa, garantizando así la protección de los lentes dentro proceso de fabricación en la planta.		

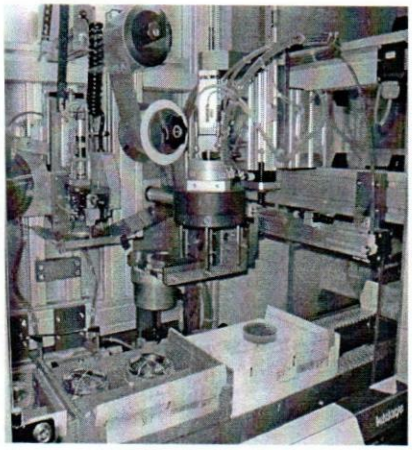


Figura N°17. Proceso de protección con Tape

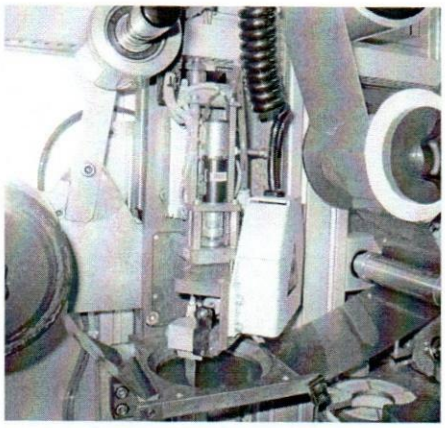


Figura N°18. Corte de Tape y Pegado al lente.

Tabla N°5. Descripción del proceso Bloqueo

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Bloqueo	**Bloqueadora / PRA Blocker**	70 lentes/hora
Descripción del proceso		
Consiste en fijar los cristales por medio de una aleación de metales (Alloy) a unas chapas de hierro, en este proceso es de vital importancia considerar el centro geométrico de los lentes.		

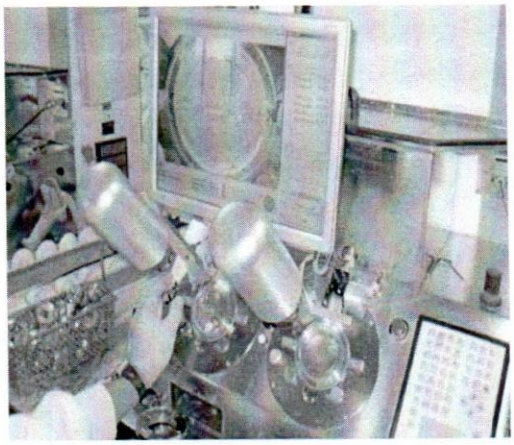


Figura N°19. Proceso de Bloqueo

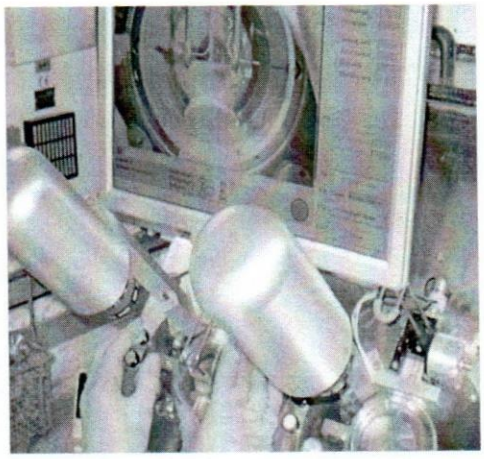


Figura N°20. Inyección de alloy en el proceso

Tabla N°6. Descripción del proceso Generado

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Generado	**Generador VFT Ultra / Orbit**	60-90 lentes / hora
Descripción del proceso		
En este proceso automaticamente los cristales son colocados en el área de carga de la maquina donde un brazo mecánico toma los lentes con los datos de la orden de servicio, los procesa pasando por unas cuchillas de corte, devastando la superficie de la cara cóncava cambiando su radio de curvatura a la requerida en la hoja de cálculo, dejando pre-afinados los lentes.		

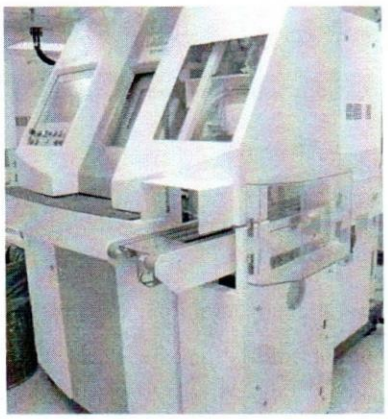


Figura N°21. Proceso de Generado "A"

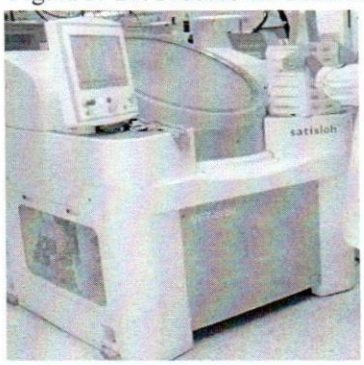


Figura N°22. Proceso de Generado "B"

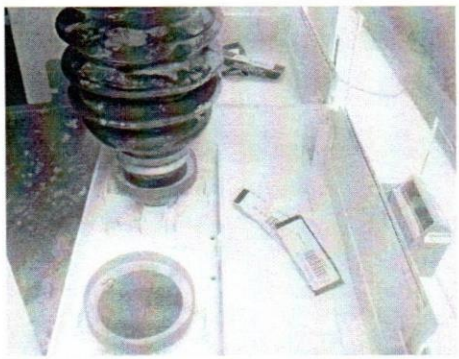


Figura N°23. Caja de trabajo que entra al proceso de generado

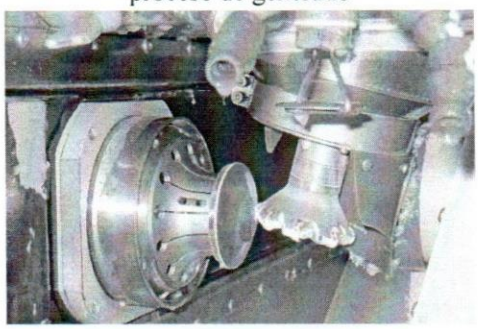


Figura N°24. Lente a mitad del proceso de Generado.

Tabla N°7. Descripción del proceso Pulido

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Pulido	**Pulidoras Autoflex / Duo Flex**	30-45 lentes / hora

Descripción del proceso

Este proceso consiste en darle a la superficie de la cara cóncava de cada lente, el acabado final por medio de Tools (moldes flexibles especiales) y lija líquida (Pulitura) con un nivel de abrasión muy bajo. Esto se adapta a la curva recién devastada por los generadores; dando así la propiedad de transparencia.

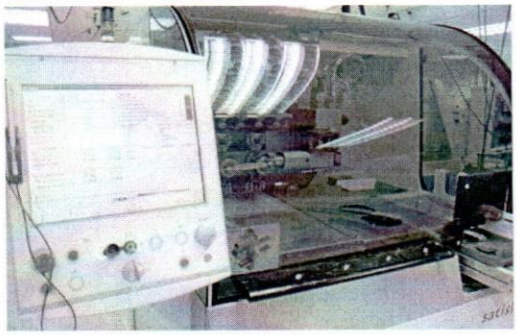


Figura N°25. Proceso de pulido "A"

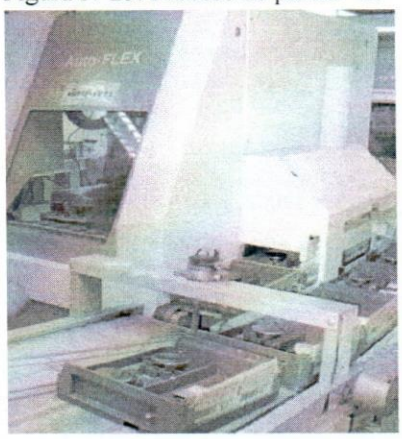


Figura N°26. Proceso de pulido "B"

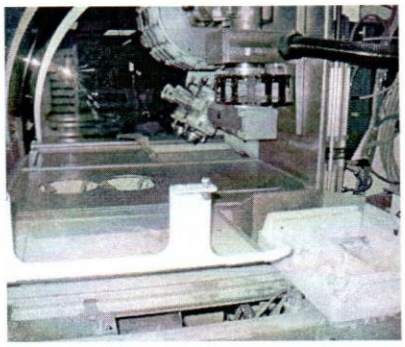


Figura N°27. Caja de trabajo en el proceso de pulido "A"

Figura N°28. Caja de trabajo en el proceso de pulido "B"

Tabla N°8. Descripción del proceso Marcado

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Marcado	**Laser**	50 lentes / hora
Descripción del proceso		
Consiste en marcar la superficie cóncava de los lentes, con distintos diseños y formas por medio de un mecanismo laser. Estas marcas sirven para identificar el eje del lente en la estación de montaje o ensambaje.		

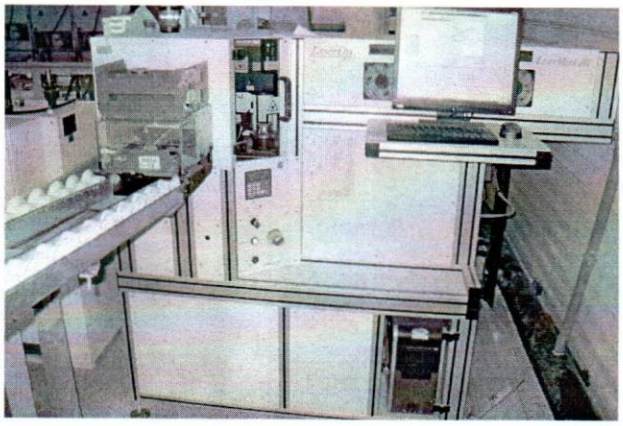


Figura N°29. Proceso de Marcado con Laser

Tabla N°9. Descripción del proceso Chequeo

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Chequeo	**Lensómetro**	70 lentes /hora
Descripción del proceso		
Nombre de la máquina: **Lensómetro** Es aquí donde se revisa la fórmula y calidad de la superficie de los lentes antes de ser enviados al siguiente proceso		

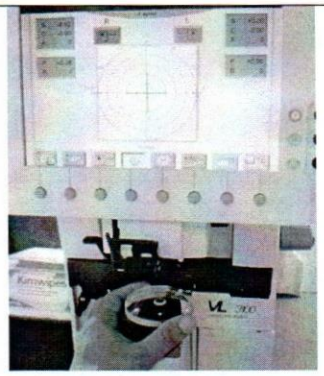


Figura N°30. Proceso de Chequeo óptico

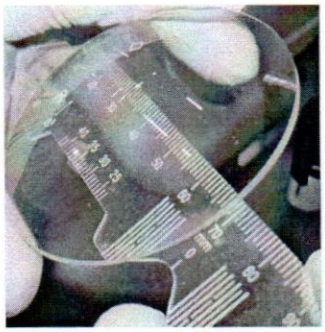


Figura N°32. Proceso de Chequeo mecánico

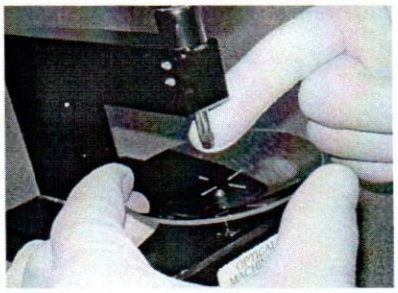


Figura N°31. Proceso de Chequeo de espesor

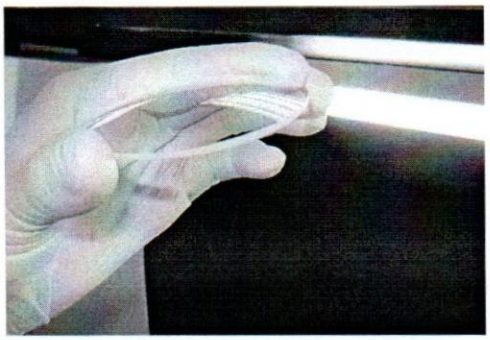


Figura N°33. Proceso de Chequeo cosmético

II proceso. Antirreflejo.

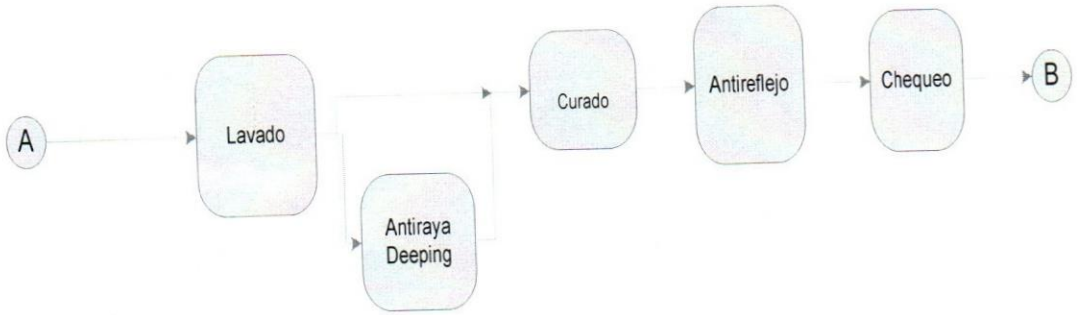


Figura N°34. Flujograma del proceso de antireflejo

Es aquí donde se le adhiere o incorpora a los lentes, en su superficie convexa y cóncava una serie de capas superpuestas, provocando así que los mismos puedan reflejar los rayos de luz, disminuyendo el reflejo en los cristales y así optimizar la visión.

Es necesario que los lentes pasen por el proceso de lavado, de manera que se asegure la superficie libre de contaminantes, polvo o restos de insumos que se usan en los procesos anteriores, de este proceso se alimenta el proceso de antiraya, en donde por inmersión se cubrirá el lente con una capa transparente llamada antiraya, que a su vez servirá de superficie de anclaje para el proceso de deposición de metales (antirreflejo).

Este proceso además de proporcionar beneficios de confortabilidad, ha pasado a formar parte de la presentación especial de los lentes, por el tono de colores que se pueden percibir en los lentes.

Tabla N°10. Descripción del proceso de Lavado y capa Antiraya

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Lavado y aplicación de capa antiraya.	**FISA**	200 lentes / hora

Descripción del proceso

Consiste en eliminar las impurezas de los lentes, utilizando agua des-ionizada y jabones con PH neutro y alcalinos a través de una serie de tanques previamente preparados luego se aplica una laca al lente por inmersión, con el mismo objetivo de aumentar la resistencia de la superficie a las rayas y un anclaje para la capa anti-reflejo.

Figura N°35. Proceso de armado de Rack

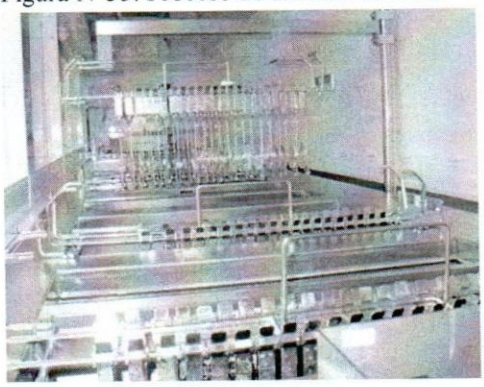


Figura N°36. Lentes durante en el proceso antiraya

Figura N°37. Proceso Antiraya

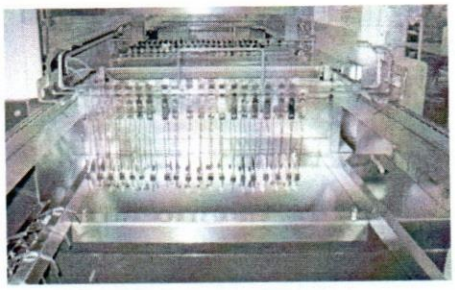


Figura N°38. Lentes en la salida del proceso antiraya

Tabla N°11. Descripción del proceso Curado

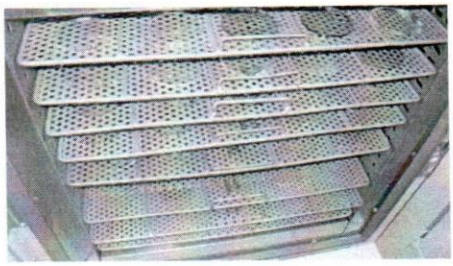
Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Curado	**Hornos.**	70 lentes / hora
Descripción del proceso		
En esta fase se realiza el secado de película anti-raya, a través de transferencia de calor, controlando los factores tiempo y temperatura. El tiempo del proceso es de 3h con 15min.		
 Figura N°39. Bandejas porta lentes	Figura N°40. Proceso de Curado de los lentes	

Tabla N°12. Descripción del proceso Antireflejo

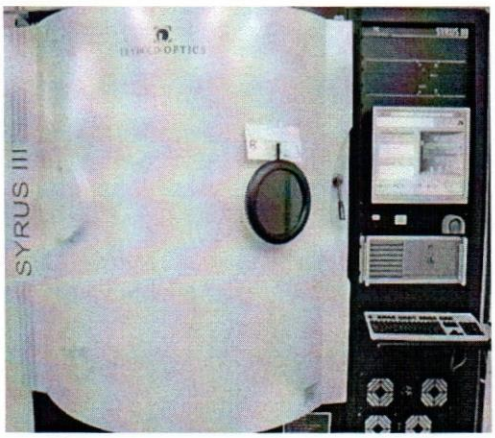
Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Antireflejo	**Sirus III**	60 lentes /hora.
Descripción del proceso		
El Plasma es una tecnología que consiste en inyectar un gas ionizado para modificar una superficie en particular, en nuestro caso los cristales, tendrá la función de generar capas de revestimiento.		
 Figura N°41. Proceso de Antireflejo "A"		Figura N°42. Proceso de Antireflejo "B"

Tabla N°13. Descripción del proceso Chequeo en Antireflejo

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Chequeo	**Lensómetro digital.**	70 lentes / hora
Descripción del proceso		
Es aquí donde se revisa la fórmula y calidad de la superficie de los lentes antes de ser enviados al siguiente proceso		

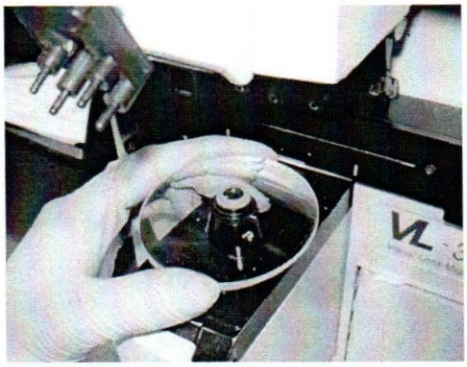


Figura N°43. Proceso de Chequeo en Antireflejo

Figura N°44. Desmontaje de los lentes en el proceso de Antireflejo

III proceso. Montaje.

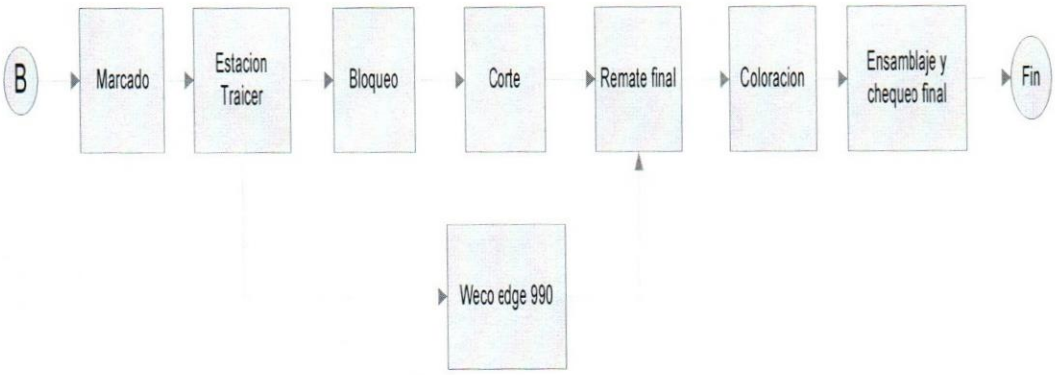


Figura N°45. Flujograma del proceso de Montaje

Tabla N°14. Descripción del proceso Marcado en Montaje

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Marcado	**Lensómetro digital.**	70 lentes / hora
Descripción del proceso		
Es aquí donde se revisa la fórmula, calidad de la superficie y se encuentran los puntos mecánicos de los lentes necesarios para el proceso de corte.		

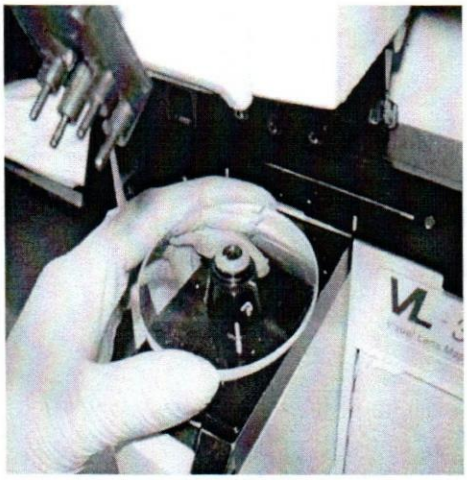


Figura N°46. Proceso de Chequeo mecánico

Figura N°47. Proceso de Chequeo cosmético

Tabla N°15. Descripción del proceso Traiceo

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Traiceo.	**Traicer Weco.**	12 lentes / hora
Descripción del proceso		
Aquí se realiza la lectura de la forma de la montura o demo. Se calca la forma de manera digital.		

Figura N°48. Proceso de Traicer

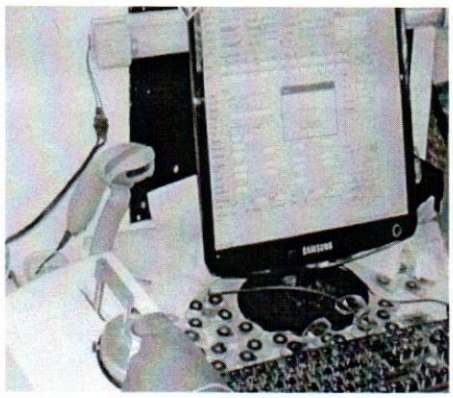


Figura N°49. Software para el proceso de Traicer

Tabla N°16. Descripción del proceso Bloqueo

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Bloqueo	**Cad 5 Weco /axcell Briot.**	24 lentes / hora
Descripción del proceso		
En esta estación, introduciendo las especificaciones del trabajo, se realiza un bloqueo de los lentes, es decir, un sujetador que se ubica en una posición según lo obtenido en el Proceso de Marcado.		

Figura N°50. Proceso de Bloqueo en Montaje

Tabla N° 17. Descripción del proceso Corte y Remate final

Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Corte y Remate final	**Briot Lab / Dia**	26 lentes /hora
Descripción del proceso		
Se realiza el corte de los lentes ya bloqueados, con la información previamente establecida del trabajo y el traicer hecho al demo o montura; también se realiza el remate o acabado final a los bordes de los lentes.		

Figura N°51. Proceso de Corte y Remate final

Tabla N°18. Descripción del proceso Coloración

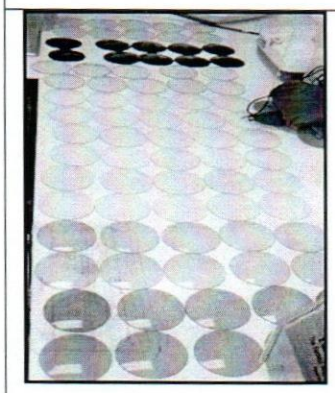
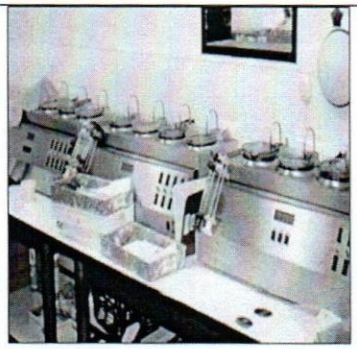
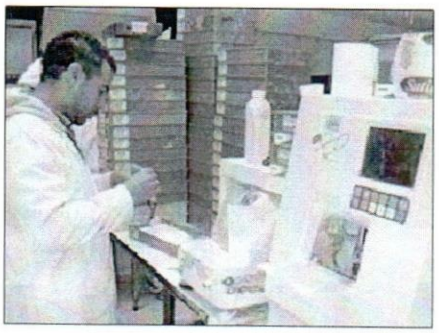
Nombre del proceso	**Nombre de la máquina**	**Capacidad de la máquina**
Coloración	**Turbo Tinter.**	22 lentes / hora.
Descripción del proceso		
En este proceso se realiza la coloración a los lentes en baños de colorantes a temperaturas elevadas. Los lentes son sumergidos acierto tiempo y luego lavados con agua, para ser secados y comparados con lentes patrones de colores.		
 Figura N°52. Muestrario de lentes coloreados	 Figura N°53. Proceso de Coloración	

Tabla N°19. Descripción del proceso Ensamblaje y Chequeo final

Nombre del proceso	**Nombre de la maquina**	**Capacidad**
Ensamble y Chequeo final.	**Proceso manual**	8 lentes / hora.
Descripción del proceso		
Este proceso es manual, se utilizan herramientas especiales que ayudan a realizar el trabajo, es donde se realiza el ensamblaje de los lentes ya cortados en la montura, se vela por el cumplimiento de las especificaciones, la estética y perfección de lente a ser entregado al cliente final.		
Figura N°54. Estación de Ensamblaje	 Figura N°55. Proceso de Ensamble y Chequeo final.	

Nuestro estudio se realiza en los 2 primeros procesos, específicamente en las líneas de producción que utilizan la tecnología Free Form, de manera que el desarrollo de esta investigación será en las líneas 1, 2 y 3. Presentes en los procesos de Tallado y Antireflejo.

A continuación se detalla las líneas de producción:

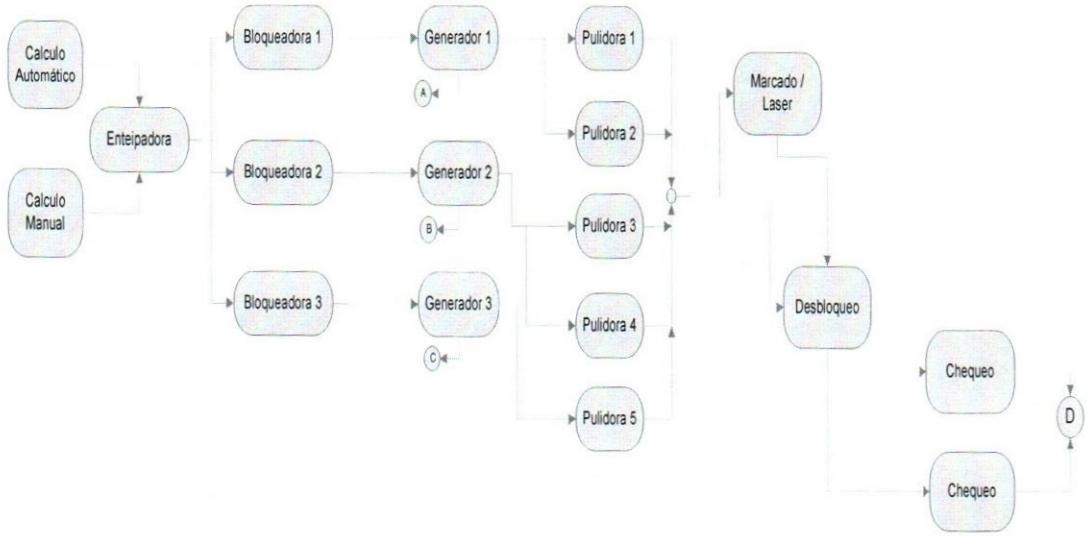


Figura N°56. Líneas de producción en el proceso de Tallado

Apoyándonos en la figura N°56 en el primer gran proceso que lleva por nombre Tallado, las líneas objeto de estudio están conformadas por los siguientes procesos:

La línea 1, está conformada por los procesos de: calculo (automatico/manual), enteipadora, bloqueadora 1, generador 1, pulidora 1 y 2, marcado con laser, desbloqueo, chequeo, ver figura N° 57

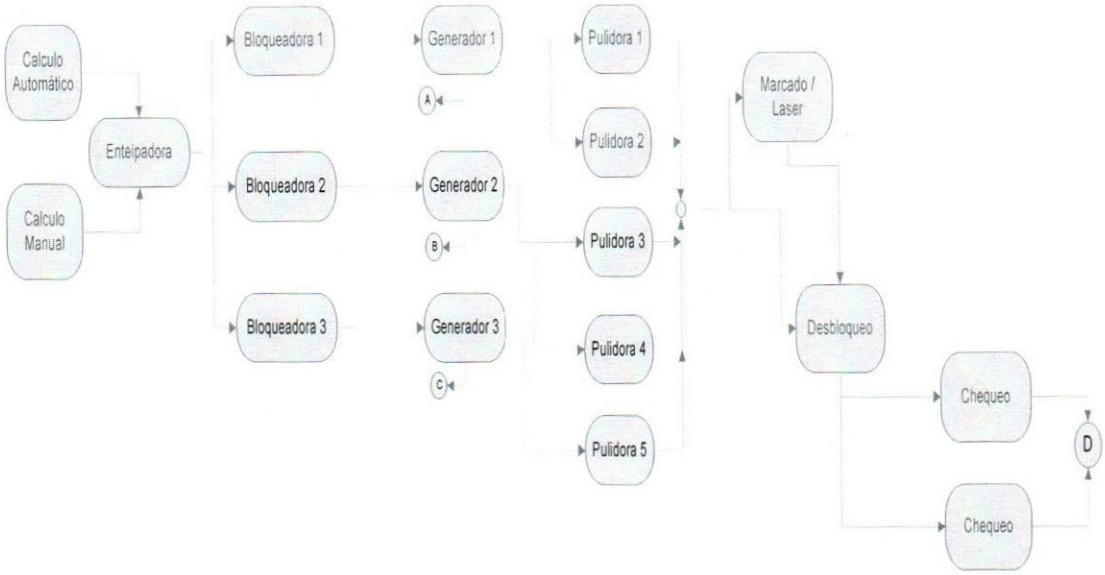


Figura N°57. Línea 1 en el proceso de Tallado

La línea 2, está conformada por los procesos de: calculo (automatico/manual), enteipadora, bloqueadora 2, generador 2, pulidora 3 y 4, marcado con laser, desbloqueo, chequeo. Ver figura N° 58.

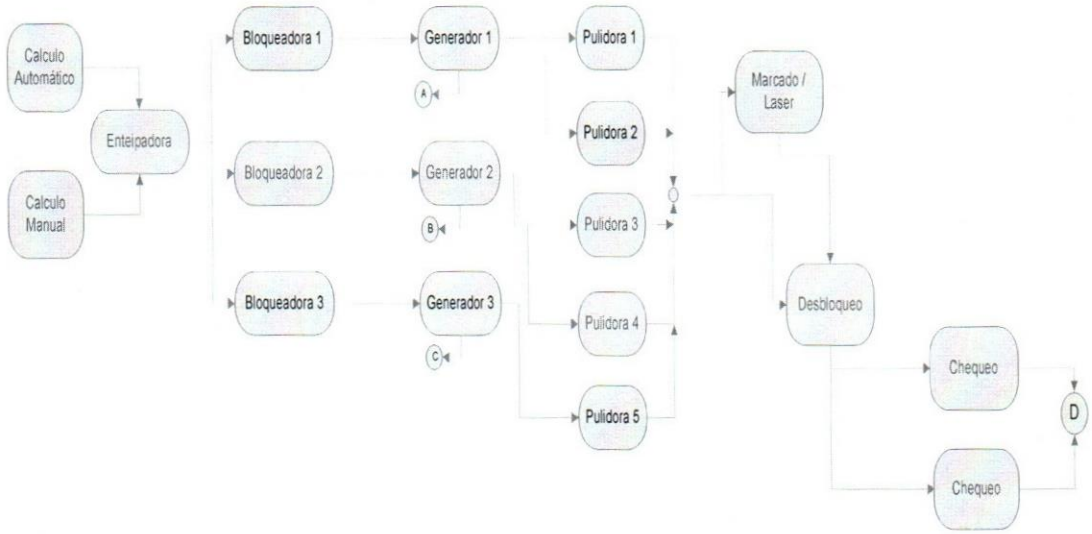


Figura N°58. Línea 2 en el Proceso de Tallado

La línea 3, está conformada por los procesos de: calculo (automatico/manual), enteipadora, bloqueadora 3, generador 3, pulidora 5, marcado con laser, desbloqueo, chequeo. Ver figura N° 59.

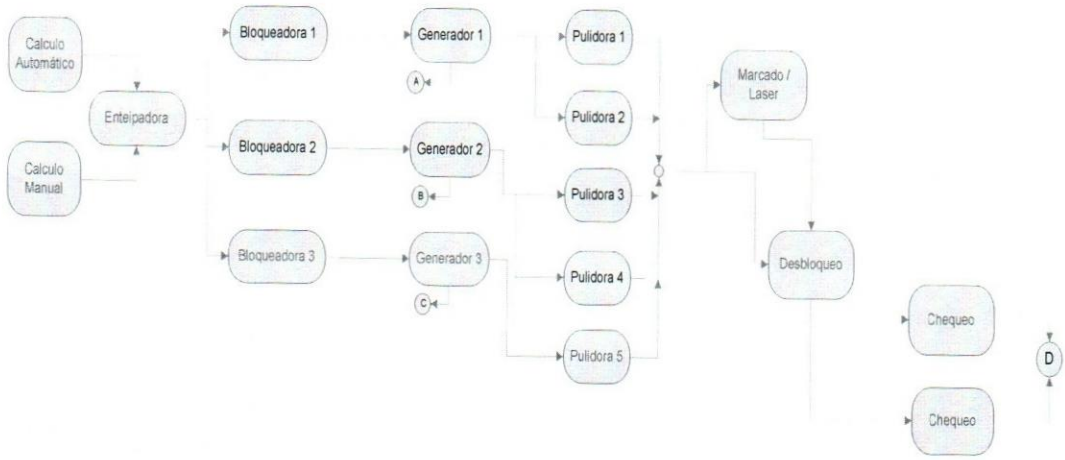


Figura N°59. Línea 3 en el Proceso de Tallado

En los generadores existen corrientes de desechos de materiales identificadas en la figura N° 59 como A, B, C, que van a un sistema de tratamiento.

Para el segundo proceso, llamado Antireflejo, las 3 líneas convergen en el punto D, ver figura N° 59. Para seguir una sola línea, conformada por los procesos de Lavado, Antiraya, Curado; para luego dividirse en 2 líneas que realizan el mismo proceso Antireflejo y convergen en la estación o proceso final de Chequeo. Ver figura N° 60

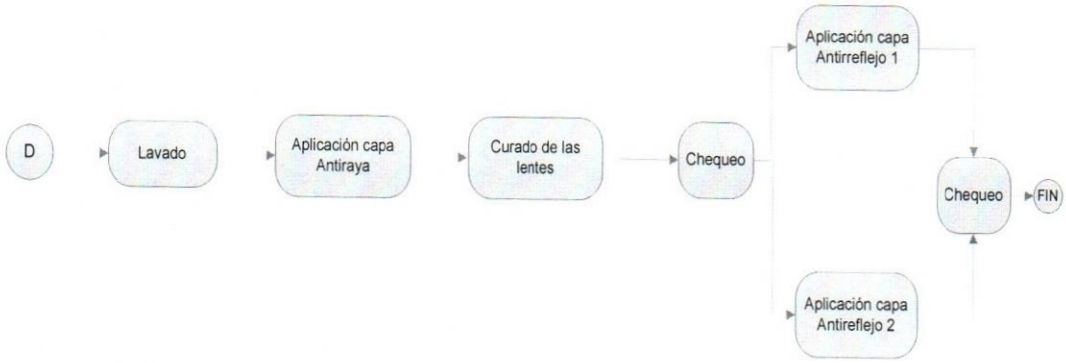


Figura N°60. Línea en el proceso de Antireflejo

Descripción de la capacidad de operación de los equipos que componen el proceso de manufactura de lentes

Tabla N°20. Capacidad operativa en el proceso de Tallado

Proceso de Tallado			
Denominación del Equipo o Máquina	**Cant.**	**Capacidad Operativa del Equipo (Lentes/h)**	**Proceso**
Enteipadora	1	220	Proteger los Lentes para el proceso de tallado
Bloqueadora PRA -Satisloh	3	70	Bloqueo de los Lentes para tallarlos
Generador VFT-Ultra Satisloh	2	60	Operación de Tallado de los Lentes
Generador Orbit Satisloh	1	90	Operación de Tallado de los Lentes
Pulidora Auto Flex Satisloh	4	30	Pulitura de los Lentes
Pulidora Duo Flex Satisloh	1	45	Pulitura de los Lentes
Laser Lens Mark II LaserOp	1	**40**	Identificación de los Lentes Progresivos
Lensómetro AV-4000 Visionix	2	70	Verificación de los Lentes
Pulidora Toro X2 SL LOH	7	17	Pulitura de los Lentes
Lijadora Toro X2 SL LOH	2	80	Pulitura de los Lentes
Sistema de Procesamiento de Desechos Ecológicos	1		**Procesamiento de los Desechos de la operación**

Tabla N°21. Capacidad operativa en el proceso de Antireflejo

Proceso de Antireflejo			
Denominación del Equipo o Máquina	**Cant.**	**Capacidad Operativa del Equipo (Lentes/h)**	**Proceso**
FISA Lavado	1	200	Lavado
FISA Deeping	1	200	Aplicación de la Capa Antiraya Deeping
Syrus III Leybold Optics	2	60	Aplicación de la Capa de Antireflejo
Hornos de curado	8	70	Proceso de Desgasificación y Curado
Hornos de curado	1	140	Proceso de Desgasificación y Curado

Objetivó N° 2. Analizar las Variables Críticas en los Procesos Operativos Descritos.

Como se ha definido, la variable crítica es la fase del proceso, a la cual se le puede aplicar un control, donde la ocurrencia de desviación afecta alguno de los parámetros de calidad del producto final y la productividad del proceso.

A partir de este concepto se procedió a estudiar los procesos, identificando y analizando para así poder determinar las variables que podían afectar la calidad del producto y la productividad del proceso. Se utilizó la herramienta de entrevistas informales a los expertos y encargados de los procesos de manufactura de lentes; consiguiendo determinar las variables de los procesos estudiados. De las variables se identificaron las dependencias, si se podía controlar y si se llevaba algún registro; el Gerente General de Operaciones, el Técnico Óptico especialista y el Gerente de Control de Calidad, identificaron las variables críticas en conjunto y los resultados fueron los siguientes.

Para la identificación de las variables, se realizaron entrevistas informales a especialistas y encargados del proceso, en la siguiente tabla se muestra los nombres y apellidos de las personas consultadas y su cargo.

Para el proceso de tallado, líneas 1,2 y 3.

Tabla N°22. Personal consultado para la identificación de variables para el proceso de Tallado

Identificación	Nombre y Apellidos	Cargo que ocupa
A	Dagwin Maltez	Técnico óptico III
B	Reinaldo Flores	Técnico óptico II
C	Daisy Faneite	Analista de control de calidad
D	Felix Montilla	Supervisor de tallado
E	Viviana Molina	Gerente de control de calidad
F	Jacobo Moreno	Gerente de servicio tecnico
G	Moises Fridzon	Gerente de general de operaciones

Para el proceso de Antirreflejo.

Tabla N°23. Personal consultado para la identificación de variables para el proceso de Antireflejo

Identificación	Nombre y Apellidos	Cargo que ocupa
A	Rubén Rotjes	Operario de maquina I
B	Luis Guzman	Operario de maquina II
C	Jackeline Freitas	Analista de control de calidad
D	Daisy Faneite	Analista de control de calidad
E	Richard Mujica	Supervisor de Antirreflejo
F	Viviana Molina	Gerente de control de calidad
G	Jacobo Moreno	Gerente de servicio técnico
H	Moises Fridzon	Gerente de general de operaciones

Se elaboró una lista de variables a partir de las entrevistas realizadas, preguntándoles cuales consideraban variables que podían afectar la calidad de producto y la productividad del proceso. Los resultados obtenidos de estas entrevistas, se pueden apreciar en la siguiente tabla N'24, en donde se marca con una x en los casos en donde el experto afirma que la variable es critica.

Tabla N°24. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Tallado (parte 1)

Variables en el proceso de tallado	Expertos consultados						
	A	B	C	D	E	F	G
Enteipado							
Presión de aire	x	x	x	x	x	x	x
Bloqueadora							
Presión de aire	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura de Alloy	x	x	x	x		x	
Generado							
Temperatura del entorno	x	x	x	x	x	x	x

Tabla N°24. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Tallado (parte 2)

Variables en el proceso de tallado	Expertos consultados						
	A	B	C	D	E	F	G
Generado							
Presión de aire	x	x	x	x	x	x	x
Corte fast tool 1	x	x	x	x	x	x	x
Cortes fast tool 2	x	x	x	x	x	x	x
Cortes milling	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura del chiller	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura del agua de enfriamiento	x	x	x	x	x	x	x
Diámetro de punto en el centro			x		x		
Pulido							
Temperatura del entorno	x	x	x	x	x	x	x
Presión de aire	x	x	x	x	x	x	x
Densidad de pulitura.	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura de la pulitura	x	x	x	x	x	x	x
Numero de lentes pulidos	x	x	x	x			
Chequeo							
Especificaciones mecánicas	x	x	x	x	x	x	x
Especificaciones cosméticas	x	x	x	x	x	x	x

Tabla N°25. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Antirreflejo (parte 1)

Variables en el proceso de Antireflejo	Expertos consultados							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Lavado								
Temperatura Agua Rec. (°C)	x	x	x	x				
Temperatura Soda Caústica (°C)	x	x	x	x				
Temperatura Jabón M37 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temeratura Jabón M36 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Enjuague 1 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Enjuague 2 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Agua Demi (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Conductividad Agua Demi (µS/cm)	x	x	x	x	x	x		
pH M36	x	x						
pH M37	x	x						
Flujo Enjuague 1 (L/h)	x	x	x	x	x	x	x	x
Flujo Enjuague 2 (L/h)	x	x	x	x	x	x	x	x
Deeping								
Temperatura Aire UTA (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Jabón Alcalino 10% (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Enjuague 1 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Jabón Alcalino 5% (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Enjuague 2 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Jabón Neutro 3% (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Enjuague 3 (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura Agua Demi (°C)	x	x	x	x	x	x	x	x
Conductividad Agua Demi (µS/cm)	x							

Tabla N°25. Variables consultadas a los expertos en el proceso de Antirreflejo (parte 2)

Variables en el proceso de Antireflejo	Expertos consultados							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Deeping								
Temperatura Laca (°C)	x	x	x	x				
Porcentaje de Sólidos de la Laca (%)	x	x	x	x				
Densidad de la Laca (g/cm^3)	x	x	x	x	x	x	x	x
Flujo Enjuague 1 (L/h)	x	x	x	x	x	x	x	x
Flujo Enjuague 2 (L/h)	x	x	x	x	x	x	x	x
Flujo Enjuague 3 (L/h)	x	x	x	x	x	x	x	x
Conductividad Enjuague 1 (µS/cm)	x	x	x	x	x	x	x	x
Conductividad Enjuague 2 (µS/cm)	x	x	x	x	x	x	x	x
Conductividad Enjuague 3 (µS/cm)	x	x	x	x	x	x	x	x
pH Jabón 10%	x	x	x	x	x	x	x	x
pH Jabón 5%	x	x	x	x	x	x	x	x
Espesor de la capa en los bordes	x	x	x	x	x	x		
Espesor de la capa en el centro	x	x	x	x	x	x		
Antirreflejo								
longitud de onda cara externa	x	x	x	x	x	x		
longitud de onda cara interna	x	x	x	x	x	x		
Reflactancia cara externa	x	x	x	x	x	x		
Reflactancia cara interna	x	x	x	x	x	x		
Chequeo								
Especificaciones mecánicas y Opticas	x	x	x	x	x	x	x	x
Especificaciones cosméticas	x	x	x	x	x	x	x	x

Luego de que se identificaron las variables en los procesos de Tallado y Antireflejo, a través de las entrevistas informales, se creó una lista de variables y en conjunto con el Gerente de operaciones, el Gerente de Servicio Técnico y el Gerente de Control de calidad se respondieron las siguientes preguntas:

1. ¿Las variables se pueden controlar?
2. ¿Estas variables dependen de alguna otra?
3. ¿Tienen impacto sobre la calidad del producto?
4. ¿Tienen impacto sobre la productividad del proceso?
5. ¿Cómo se puede controlar esta variable?

En la Tabla N° 26. Se muestra la información recolectada de acuerdo a lo anteriormente expuesto, se marca con una X en caso de dar una respuesta afirmativa a cada pregunta y se deja en blanco en caso de que sea negativa o no aplique.

Tabla N° 26. Información sobre las variables en el proceso de Tallado (parte 1)

Variables en el proceso de tallado	**Preguntas a responder**				
	La variable se puede controlar?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Enteipado					
Presión de aire	x	Compresor del edif		x	Monitoreo
Bloqueadora					
Presión de aire	x	Compresor del edif		x	Monitoreo
Temperatura de Alloy	x	Chiller del area		x	Monitoreo
Generado					
Temperatura del entorno	x	Chiller edif	X	x	Monitoreo y registro

Tabla N°26. Información sobre las variables en el proceso de Tallado (parte 2)

Variables en el proceso de tallado	**Preguntas a responder**				
	La variable se puede controlar?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Presión de aire	x	Compresor del edif	x	x	Monitoreo
Cortes fast tool 1	x		x		Registro
Cortes fast tool 2	x		x		Registro
Cortes milling	x		x		Registro
Temperatura del agua de enfriamiento	x	Chiller del area	x		Monitoreo
Diámetro de punto en el centro	x	Temperatura del entorno	x	x	Monitoreo y registro
Pulido					
Temperatura del entorno	x	Chiller edif	x	x	Monitoreo
Presión de aire	x	Compresor del edif		x	Monitoreo
Densidad de pulitura.	x	Temperatura de la pulitura	x	x	Registro
Temperatura de la pulitura	x	Temperatura del entorno	x	x	Registro
Numero de lentes pulidos	x		x		Registro
Chequeo					
Especificaciones mecánicas	x		x	x	Monitoreo y registro
Especificaciones cosméticas	x		x	x	Monitoreo y registro

Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 1)

Variables en el proceso de Antireflejo	**Preguntas a responder**				
	La variable se puede controlar?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Lavado					
Temperatura Agua Rec. (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Soda Caústica (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Jabón M37 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Jabón M36 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Enjuague 1 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Enjuague 2 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Agua Demi (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Conductividad Agua Demi (µS/cm)	x		x	x	Monitoreo y registro
pH M36	x		x	x	Monitoreo y registro
pH M37	x		x	x	Monitoreo y registro
Flujo Enjuague 1 (L/h)	x		x	x	Monitoreo y registro
Flujo Enjuague 2 (L/h)	x		x	x	Monitoreo y registro

Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 2)

Variables en el proceso de Antireflejo	**Preguntas a responder**				
	La variable se puede controlar?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Deeping					
Temperatura Jabón Alcalino 10% (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Enjuague 1 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Jabón Alcalino 5% (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Enjuague 2 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Jabón Neutro 3% (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Enjuague 3 (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Agua Demi (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Conductividad Agua Demi (µS/cm)	x		x	x	Monitoreo y registro
Temperatura Laca (°C)	x		x	x	Monitoreo y registro
Porcentaje de Sólidos de la Laca (%)	x		x	x	Monitoreo y registro
Densidad de la Laca (g/cm^3)	x		x	x	Monitoreo y registro

Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 3)

Variables en el proceso de Antireflejo	**Preguntas a responder**				
	La variable se puede controlar ?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Flujo Enjuague 1 (L/h)	x	Caudal	x	x	Monitoreo y registro
Flujo Enjuague 2 (L/h)	x	Caudal	x	x	Monitoreo y registro
Flujo Enjuague 3 (L/h)	x	Caudal	x	x	Monitoreo y registro
Conductividad Enjuague 1 (µS/cm)	x	concentración de iones	x	x	Monitoreo y registro
Conductividad Enjuague 2 (µS/cm)	x	concentración de iones	x	x	Monitoreo y registro
Conductividad Enjuague 3 (µS/cm)	x	concentración de iones	x	x	Monitoreo y registro
pH Jabón 10%	x	concentración del jabón	x	x	Monitoreo y registro
pH Jabón 5%	x	concentración del jabón	x	x	Monitoreo y registro
Espesor de la capa en los bordes	x	Espesor de la capa en los bordes	x		Monitoreo y registro
Espesor de la capa en el centro	x		x		Monitoreo y registro

Tabla N°27. Información sobre las variables en el proceso de Antireflejo (parte 4)

Variables en el proceso de Antireflejo	Preguntas a responder				
	La variable se puede controlar ?	Esta variable depende de alguna otra?	Tiene impacto sobre la calidad del producto?	Tiene impacto sobre la productividad del proceso?	Como se puede controlar esta variable?
Antirreflejo					
Presión de aire	x	Compresor del área		x	Monitoreo
Longitud de onda cara externa	x		x		Monitoreo y registro
Longitud de onda cara interna	x		x		Monitoreo y registro
Reflactancia cara externa	x		x		Monitoreo y registro
Reflactancia cara interna	x		x		Monitoreo y registro
Chequeo					
Especificaciones mecánicas	x		x	x	Monitoreo y registro
Especificaciones cosméticas	x		x	x	Monitoreo y registro

A partir de los resultados obtenidos en la Tabla N'27, el grupo realizo un análisis definiendo las variables críticas del proceso y sus límites de especificación. Teniendo como resultado el siguiente:

Definición de las variables críticas en el proceso de manufactura de lentes oftálmicos.

En el proceso de tallado.

Tabla N°28. Definición de las variables criticas en el proceso de Tallado. (parte 1)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Presión de aire	Es la presión de aire necesaria para la operación de la maquinaria en el proceso de tallado	> 6 bar.
Temperatura del Alloy	Es la temperatura a la cual debe estar el reservorio en donde se encuentra el alloy, para poder realizar el proceso de bloqueo en tallado correctamente. El alloy es aleación de metales que sirve para unir el lente previamente protegido a la chapa (herramienta que se usa en todos los equipos para sostener los lentes)	58 °F
Temperatura del entorno	Es la temperatura del lugar en donde se encuentra el proceso de tallado	(17-23)°C
Cortes fast tool 1,2 y milling	Son herramientas que se utilizan en el generador, las cuales realizan los cortes a la superficie interna de los lentes. No todos los lentes son cortados con las 3 herramientas, esto dependerá del material y diseño que se esté realizando. El generador tiene un sistema que cuenta automáticamente y los guarda constantemente	Fast tool 1 el valor debe ser ≤ 2000 cortes, para el fast tool 2 debe ser ≤ 1500 y para el milling debe ser ≤ 5000.
Temperatura del agua de enfriamiento	Es la temperatura del agua necesaria para mantener contacto con las herramientas de cortes y el lente que está siendo procesado.	(16-19)°C
Diámetro de punto en el centro	Es una medida tomada de un lente que está siendo procesado, específicamente va saliendo de generado y entrando a pulido, se toma en un microscopio, en donde se revisa la presencia de un leve punto justo en el centro del mismo	< 0.013mm.

Tabla N°28. Definición de las variables criticas en el proceso de Tallado (parte 2)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Densidad de la pulitura	Es la densidad que debe tener el liquido que se utiliza para pulir los lentes (pulitura) en las pulidoras	(21-27) g/cm3.
Temperatura de la pulitura	Es la temperatura que debe tener la pulitura	(10-17)°C
Numero de lentes pulidos	El proceso de pulido, tiene un sistema que logra contar la cantidad de lentes que procesa en un día, guardándolos constantemente, es de aquí donde se obtiene el número de lentes pulidos, ya que cada 5000 lentes, se debe realizar el cambio de la pulitura.	5000 lentes
Especificaciones mecánicas y ópticas	Los lentes deben cumplir con las especificaciones descritas en la norma Z80.1-2005 Anexo D, donde se especifican las tolerancias Opticas generales, específicamente el poder de distancia refractiva Ver anexo Nº1. Las medidas del poder de la distancia refractiva y el poder de la adición, pueden obtenerse usando un quipo llamado lensometro.	norma Z80.1-2005 Anexo D
Especificaciones cosméticas	Son especificaciones de calidad física y de apariencia, la inspección del lente se hace utilizando el método descrito en la norma Z80.1-2005, sección 8.11, en una zona de 30 mm de diámetro centrado alrededor del centro óptico y sobre el área de un segmento, no deberán haber ninguna imperfección en la superficie, ni defectos internos incluyendo: rayas, sombras, burbujas, facturas, estrías o marcas visibles que pudieran desmejorar la función del lente.	Ver anexo Nº2

En el proceso de Antireflejo.

Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo. (parte 1)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Temperatura del jabón M37	Es la temperatura de la cuba (reservorio) en el proceso de lavado de lentes, este jabón alcalino tiene la función de limpieza	(40-60)°C
Temperatura del jabón M36	Es la temperatura de la cuba (reservorio) en el proceso de lavado de lentes, este jabón tiene la función de darle mojabilidad a la lente, proporcionando un buen arrastre y limpieza	(35-55)°C
Conductividad del agua demi	Es la conductividad del agua desmineralizada, , esta agua se encuentra en una cuba (reservorio) en el proceso de lavado, proporciona arrastre de partículas que pudieran haber quedado de jabón en el proceso anterior	(0-2) µS/cm
PH M36	Es la medida de PH del jabón M36, que se utiliza en las cubas del proceso de lavado	(PH=9).
PH M37	Es la medida de PH del jabón M37, que se utiliza en las cubas del proceso de lavado	(PH=14).
Flujo enjuague 1	Es la medida del flujo que pasa por una de las cubas del proceso de lavado	(160-200)L/h
Flujo enjuague 2	Es la medida del flujo que pasa por una de las cubas del proceso de lavado	(400)L/h
Temperatura del jabón alcalino al 10%.	Es la temperatura de la cuba que contiene el jabon alcalino al 10% en el proceso antiraya, en donde se limpia la superficie de la lente	(40-60) C

Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 2)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Temperatura de enjuague 1	Es la temperatura de la cuba que contiene el agua de enjuague, en donde se retiran los restos del jabón alcalino al 10%.	(35-60)°C
Temperatura del jabón alcalino al 5%.	Es la temperatura de la cuba que contiene el jabón alcalino al 5% en el proceso antiraya, en donde se limpia la superficie de la lente	(40-60) C
Temperatura de enjuague 1	Es la temperatura de la cuba que contiene el agua de enjuague, en donde se retiran los restos del jabón alcalino al 5%.	(35-60)°C
Temperatura del jabón neutro al 3%.	Es la temperatura de la cuba que contiene el jabón neutro al 3% en el proceso antiraya, este dará mayor mojabilidad a los lentes	(40-65) C
Temperatura de enjuague 3	Es la temperatura de la cuba que contiene el agua de enjuague, en donde se retiran los restos del jabón neutro	(35-60)°C
Temperatura del agua demi	Es la temperatura del agua desmineralizada, que esta en la cuba del proceso de antiraya, garantiza el arrastre y limpieza de partículas de jabon en los lentes.	(40-60) C
Conductividad del agua demi	Es la conductividad del agua desmineralizada, esta agua se encuentra en una cuba (reservorio) en el proceso de Antiraya, proporciona arrastre de partículas que pudieran haber quedado de jabón en el proceso anterior.	(0-1,4) µS/cm
Temperatura de la laca	Es la temperatura de la laca que se encuentra en la cuba del proceso de antiraya, la laca es un recubrimiento duro que protegerá a la lente dándole resistencia al rayado.	(21-24)°C

Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 3)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Porcentaje de sólidos de la laca	Es la cantidad de sólidos presente en la solución, donde los sólidos son por lo general materiales orgánicos e inorgánicos solubles en agua	(21-24).%
Flujo de enjuague 1	Es el flujo de agua de enjuague que pasa pr la cuba, que se encuentra luego de la cuba que contiene el jabón alcalino del 10%, sirve para el arrastre de partículas de este jabón	(150-180)L/h.
Flujo de enjuague 2	Es el flujo de agua de enjuague que pasa por la cuba, que se encuentra luego de la cuba que contiene el jabón alcalino del 5%, sirve para el arrastre de partículas de este jabón	(150-180)L/h.
Flujo de enjuague 3	Es el flujo de agua de enjuague que pasa por la cuba, que se encuentra luego de la cuba que contiene el jabón neutro al 3%, sirve para el arrastre de partículas de este jabón	(150-180)L/h.
PH jabón al 10%:	Es la medida de PH del jabón alcalino al 10%, que se utiliza en las cubas del proceso de antiraya	(PH=14).
PH jabón al 5%:	Es la medida de PH del jabón alcalino al 5%, que se utiliza en las cubas del proceso de antiraya	(PH=14
PH jabón al 3%:	Es la medida de PH del jabón neutro al 3%, que se utiliza en las cubas del proceso de antiraya	(PH=3).

Tabla N°29. Definición de las variables criticas en el proceso de Antireflejo (parte 4)

Variable critica	Descripción	Especificaciones
Espesor de la capa en los bordes	Es la medida del espesor de la capa de antiraya, esta medida se toma con un equipo llamado espectrofotómetro, luego del proceso de curado y antes de entrar al proceso de deposición de la capa antirreflejo. El valor se toma en los bordes del lente	(2-3) µm
Espesor de la capa en el centro	Es la medida del espesor de la capa de antiraya, esta medida se toma con un equipo llamado espectrofotómetro, luego del proceso de curado y antes de entrar al proceso de deposición de la capa antirreflejo.	(2-3) µm
Longitud de onda cara externa	Es el período espacial de la onda, es decir, la distancia a la que se repite la forma de la onda, esta es una medida tomada con el equipo espectrofotómetro y se realiza, haciendo pasar un haz de luz sobre la superficie de un lente (cara externa) que tiene la capa antirreflejo	490-570) nm
Reflactancia cara externa y cara interna	Es la medida de la reflexión, se produce cuando la luz cambia de medio por el que se propaga; por lo tanto se produce reflexión cuando la luz atraviesa un lente. Esta medida se toma en un equipo llamado espectrofotómetro.	(1- 1.5) %

Luego de haber tenido las variables críticas, se recolectaron los registros de cada una de ellas. Se consiguieron:

1. Variables que no se registran, solo se monitorean varias veces al día por observación, no existen instrumentos para medirlas, ni anotaciones realizadas.

2. Variables que se monitorean, se registran en formatos de papel y luego son transcritas a un computador para tenerlas digital
3. Variables que se miden, se registran en formatos de papel y luego son transcritas a un computador para tenerlas en digital.

La información se recopila en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla N°30. Información de monitoreo y registro de las variables criticas en el proceso de Tallado.

Variables en el proceso de Tallado	**Preguntas a responder**		
	La variable se se monitorea y no se registra	La variable se monitorea y registra en digital	La variable se mide y registra en digital
Presión de aire	x		
Temperatura de Alloy	x		
Temperatura del entorno	x		
Presión de aire	x		
Cortes fast tool 1		x	
Cortes fast tool 2		x	
Cortes milling		x	
Temperatura del agua de enfriamiento		x	
Diámetro de pto en el centro		x	
Temperatura del entorno		x	
Presión de aire	x		
Densidad de pulitura.			x
Temperatura de la pulitura			x
Numero de lentes pulidos		x	
Especificaciones mecánicas			x
Especificaciones cosméticas			x

Tabla N°31. Información de monitoreo y registro de las variables criticas en el proceso de Antireflejo.

Variables en el proceso de Antireflejo	**Preguntas a responder**		
	La variable se se monitorea y no se registra	La variable se monitorea y regitra en digital	La variable se mide y registra en digital
Temperatura Jabón M37		x	
Temperatura Jabón M36		x	
Temperatura Enjuague 1		x	
Temperatura Enjuague 2		x	
Temperatura Agua Demi		x	
Conductividad Agua Demi		x	
pH M36		x	
pH M37		x	
Flujo Enjuague 1		x	
Flujo Enjuague 2		x	
Temperatura Aire UTA		x	
Temperatura Jabón Alcalino 10%		x	
Temperatura Enjuague 1		x	
Temperatura Jabón Alcalino 5%		x	
Temperatura Enjuague 2		x	
Temperatura Jabón Neutro 3%		x	
Temperatura Enjuague 3		x	
Temperatura Agua Demi		x	

Análisis de las variables críticas en el proceso de manufactura de lentes oftálmicos.

Se realizo un análisis de las variables que se identificaron como criticas en los procesos de Tallado y Antirreflejo, solo se aplicaron las técnicas de control estadístico a las variables de las cuales se tenían registros históricos y son medibles. Las demás se analizan y se especifica que no se aplico la técnica.

En el capítulo II de este documento se ha definido los gráficos de control como herramienta estadística que manda una señal a la administración, haciendo posible la distinción entre una variación normal o anormal; y que estas técnicas permiten interpretar la marcha del proceso a fin de mantenerlo dentro de los límites de tolerancias establecidos, se exige una permanente vigilancia en la medida que el proceso avanza, así como el chequeo continuo a fin de evitar desviaciones.

Es importante señalar que en la organización no se utiliza esta técnica, pero si existe información que se ha venido tomando; de manera que resulta importante su análisis para aprovechar ya el trabajo que se ha comenzado.

Para interpretar patrones de causas de variación se utiliza una serie de modelos, que se encuentran en el Anexo N°3, para los gráficos de control que se hicieron y aunque esto se puede considerar como un conjunto básico de modelos, los analistas, deben estar alertas a cualquier patrón, que pudiera indicar la influencia de causas especiales en sus procesos, por lo tanto estos modelos se deben considerar como reglas practicas de acción, siempre que se indique una causa asignable.

A continuación se explica cómo se aplico la técnica del control estadístico de proceso y como se Calculó el Índice de Capacidad del mismo.

Variables que se miden y registra en digital.

Primer ejemplo:

Tomando la variable **Densidad de Pulitura,** se trabaja de la siguiente manera: Para esta variable se observa y cuantifica el valor de cierta característica medible "densidad"

Se utilizo un **Grafico de Control para Variables**, en donde los datos representaron observaciones obtenidas midiendo y registrando una magnitud numérica de una característica para cada una de las unidades del subgrupo considerado. "Densidad (g/cm^3)"

1. Se utilizo la aplicación más clásica de la representación del **control de proceso "graficos *X y R*"**
2. En la tabla N°32 se dan las mediciones de la densidad, se toman 2 medidas para un total de 20 muestras, estas mediciones fueron tomadas todos los días a horas de arranque de las líneas 1, 2 y 3 (7:00am). En el periodo correspondiente al mes de septiembre del año 2011.

Tabla N°32. Calculo de *Xi y R* "densidad de pulitura" (parte 1)

Subgrupos	X1	X2	Promedio Xi	Rango R
1	21,50	26,50	24,00	5,00
2	21,50	26,50	24,00	5,00
3	22,00	26,50	24,25	4,50
4	22,00	26,00	24,00	4,00
5	22,00	25,00	23,50	3,00
6	22,00	25,00	23,50	3,00
7	22,00	27,00	24,50	5,00
8	22,50	27,00	24,75	4,50
9	22,50	27,00	24,75	4,50

Tabla N°32. Calculo de *Xi y R* "densidad de pulitura" (parte 2)

Subgrupos	X1	X2	Promedio Xi	Rango R
10	23,00	27,00	25,00	4,00
11	21,50	26,00	23,75	4,50
12	22,50	26,00	24,25	3,50
13	22,50	26,00	24,25	3,50
14	22,50	26,00	24,25	3,50
15	22,50	25,00	23,75	2,50
16	22,50	25,00	23,75	2,50
17	22,50	25,00	23,75	2,50
18	25,50	25,00	25,25	0,50
19	26,00	25,00	25,50	1,00
20	26,00	25,00	25,50	1,00

4. Se calculó el promedio de los subgrupos *Xi* = (X1+X2) /2 y el rango del subgrupo R.
5. Se calcula **X**, sumando de todos los *Xi* y se dividen entre K

   Donde K: numero de muestras: 20
6. Se calcula **R,** sumando todos los R y dividiéndolos entre K
7. Se traza el grafico de **R**

   Donde la Línea central = **R**

   Se calculó el LSC= Limite de Control superior

   LSC=D4*R

   Se calculó el LIC = Limite de Control Inferior.

   LIC: D3* **R**

   LIC: 0

   Se tiene que D3=0 y D4=3,267 son constante, tomada de la Anexo N°4 para un n=2

Conociendo los limites de especificaciones para esta variable LES (limite de especificación superior) y LEI (limite de especificación inferior)

LES: 27 g/cm3

LEI: 21 g/cm3

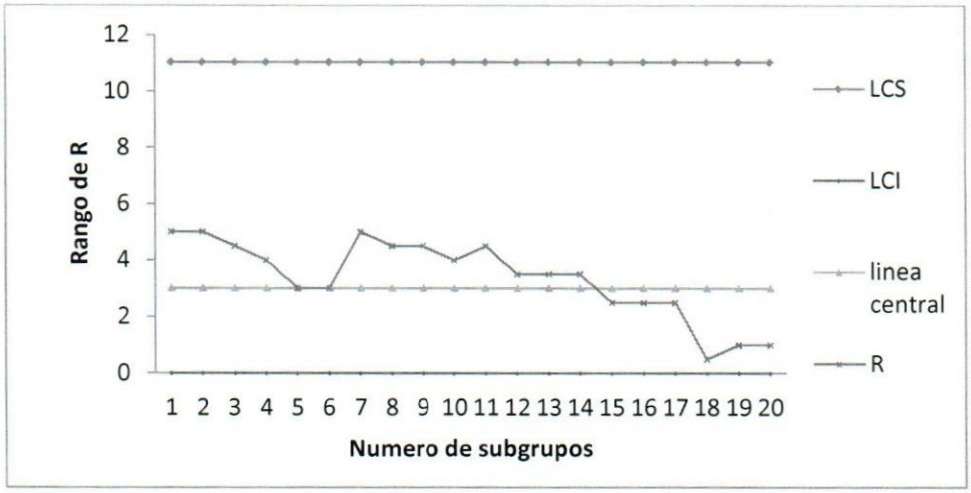
Se construye el grafico de Rango **R,** partiendo de la siguiente tabla N°33.

Tabla N°33. Rango R para la "densidad de la pulitura" (parte 1)

Subgrupos	LCS	LCI	línea central	R
1	11,026125	0	3	5
2	11,026125	0	3	5
3	11,026125	0	3	4,5
4	11,026125	0	3	4
5	11,026125	0	3	3
6	11,026125	0	3	3
7	11,026125	0	3	5
8	11,026125	0	3	4,5
9	11,026125	0	3	4,5
10	11,026125	0	3	4
11	11,026125	0	3	4,5
12	11,026125	0	3	3,5
13	11,026125	0	3	3,5
14	11,026125	0	3	3,5
15	11,026125	0	3	2,5
16	11,026125	0	3	2,5
17	11,026125	0	3	2,5
18	11,026125	0	3	0,5

Tabla N°33. Rango R para la "densidad de la pulitura" (parte 2)

Subgrupos	LCS	LCI	línea central	R
19	11,026125	0	3	1
20	11,026125	0	3	1



Graàfico N°2. Rango de R para la variable "densidad de la pulitura"

Analizando el grafico N°2, se puede observar una corrida de puntos que descienden, además de puntos consecutivos por encima de la línea central; esto es una señal el que el proceso no se encuentra dentro de control.

8. Se trazo el Grafico de **X**, a partir de la tabla N

   Línea central = **X**

   LSC= Limite de Control superior

   LSC: 24 + 1.88*3 = 30,66

   LIC = Limite de Control Inferior.

   LIC: **X** -A2*R

   LSC: 24 - 1.88*3 = 17,97

Donde A2= 1,88 es una contante, tomada del Anexo N° 4 para un n=2

Tabla N°34. Calculo de *Xi* para la "densidad de la pulitura"

Subgrupos	LCS	LCI	LS	LI	línea central	*Xi*
1	30,6575	17,9675	27	21	24	24
2	30,6575	17,9675	27	21	24	24
3	30,6575	17,9675	27	21	24	24
4	30,6575	17,9675	27	21	24	24
5	30,6575	17,9675	27	21	24	24
6	30,6575	17,9675	27	21	24	24
7	30,6575	17,9675	27	21	24	25
8	30,6575	17,9675	27	21	24	25
9	30,6575	17,9675	27	21	24	25
10	30,6575	17,9675	27	21	24	25
11	30,6575	17,9675	27	21	24	24
12	30,6575	17,9675	27	21	24	24
13	30,6575	17,9675	27	21	24	24
14	30,6575	17,9675	27	21	24	24
15	30,6575	17,9675	27	21	24	24
16	30,6575	17,9675	27	21	24	24
17	30,6575	17,9675	27	21	24	24
18	30,6575	17,9675	27	21	24	25
19	30,6575	17,9675	27	21	24	26
20	30,6575	17,9675	27	21	24	26

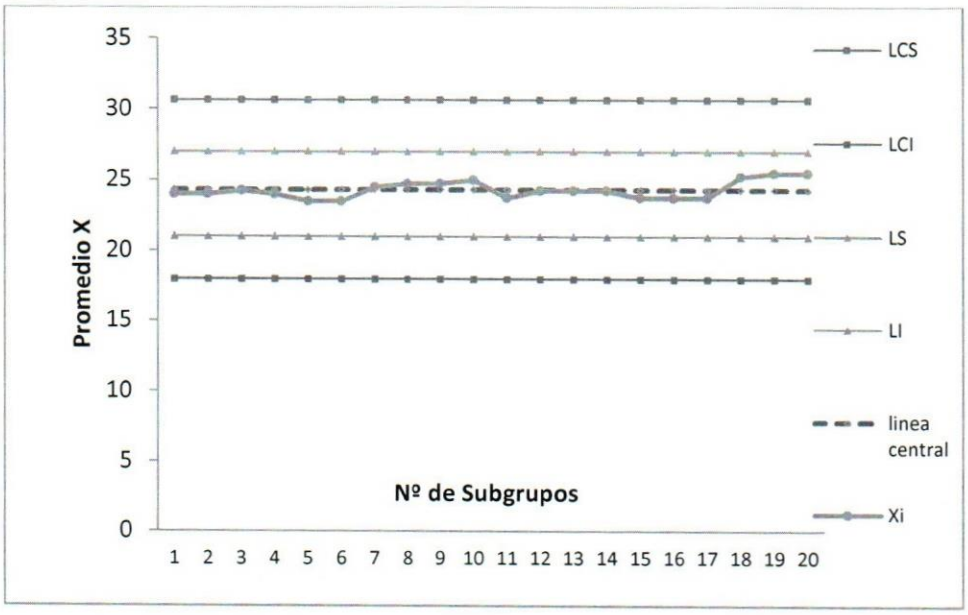


Gráfico N°3. Promedio X para la variable "densidad de la pulitura"

Cuando se habla de puntos abrazando la línea central como se puede observar en el gráfico N, se indica que los puntos caen muy cerca de esta y por lo tanto no hay suficiente puntos dispersos en los tercios centrales del gráfico y las posibles causas para este comportamiento se asocian con: fallas en controles automáticos, error en calculo, no se reportan los valores extremos, se redujo la variabilidad del proceso o los límites de control están desactualizados.

9. Se calculó la Capacidad del Proceso, la evaluación de la capacidad solo comienza cuando se han resuelto los asuntos de los gráficos de control, es decir, se han identificado, analizado, corregido causas especiales, evitando que ocurran de nuevo en forma predominante para al menos 25 subgrupos anteriores. La capacidad del proceso, se mide en términos de un índice de capacidad ICP, como sigue:

   ICP: tolerancia especificada / dispersión del proceso.

$$ICp = \frac{Ls - Li}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}$$

$$6\sigma = 6 * \boldsymbol{R} * \frac{1}{d2}$$

Donde d2= 0,8865 es una constante, tomada de la tabla anexo, para un n=2

$$6\sigma = 6 * 3 * 0{,}8865 = 17{,}96$$

$$ICp = \frac{Ls - Li}{6\sigma} = \frac{27 - 21}{17{,}96} = 0{,}3342$$

Según el resultado obtenido, el proceso es no capaz, el ICP es < 0, cuando es <0.8 el proceso es pobre.

Segundo ejemplo:

Tomando la variable **Especificaciones mecánicas** en el proceso de Tallado, se utilizó **Gráficos de Control de atributos, Gráficos de p y np.**

Se tuvo un número de unidades no conformes por cada 1280 unidades (lentes) tomadas cada día. Se elabora un grafico p, recogiendo datos de 25 subgrupos, véase la tabla N°35

Tabla N°35. Muestra y numero de defectos "especificaciones mecánicas"

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
N° de defectuosos	1	1	2	8	6	14	8	1	11	2	5	4	3	0	0	0	4	0	0	3	4	6	4	3	3

N° de defectos: es la cantidad de defectos encontrados en la muestra (lentes que no cumplían con la formula)

ni: la cantidad de unidades en cada muestra

ni: 1280 lentes.

1. En cada muestra, la fracción de defectuosos es D_i/n, siendo D_i el número de elementos defectuosos en la muestra i, y n el número de elementos en la muestra (i). A partir de la información reflejada en la tabla N°35 se puede

calcular p como promedio de las fracciones de defectuosos en las muestras y s, desviación estándar:

$$p = \sum \frac{Di/n}{N}; \text{ s}= \sqrt{n.p(1-p)} \qquad p = 0.0029$$

2. Con estos dos valores se calculan los límites de control:

$$Línea\ central = n.p = 0.0727$$

$$LCS = n.p + 3.\sqrt{n.p(1-p)} = 0.8801$$

$$LCI = n.p-.\sqrt{n.p(1-p)} = -1{,}526$$

Tabla N°36. Datos para el grafico de control por atributos "especificaciones mecánicas" (parte 1)

	limites calculados		Especificaciones		línea	valores
Muestra	LCS	LCI	LS	LI	Central	Fracción Di
1	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0008
2	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0008
3	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0016
4	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0063
5	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0047
6	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0109
7	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0063
8	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0008
9	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0086
10	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0016
11	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0039
12	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0031

Tabla N°36. Datos para el grafico de control por atributos "especificaciones mecánicas" (parte 2)

	limites calculados		Especificaciones		línea	valores
Muestra	LCS	LCI	LS	LI	Central	Fracción Di
13	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0023
14	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0000
15	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0000
16	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0000
17	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0031
18	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0000
19	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0000
20	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0023
21	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0031
22	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0047
23	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0031
24	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0023
25	0,8801	-1,5259	1,0000	0,0000	0,0727	0,0023

3. Se construye el grafico P

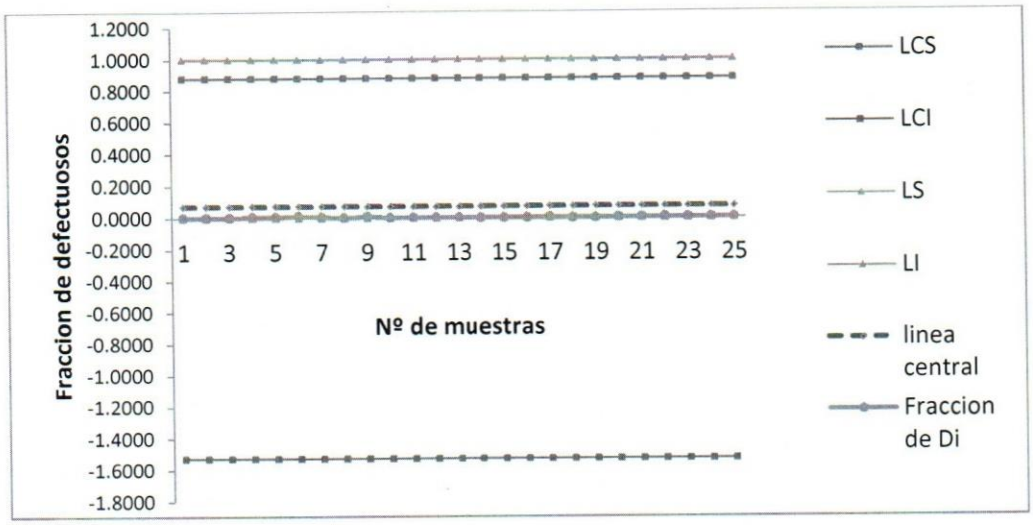


Gráfico N°4. Fracción de defectuosos "especificaciones mecánicas"

10. Se calcula el Índice de capacidad del proceso ICP

$$ICp = \frac{Ls - Li}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}$$

$$6\sigma = 6 * \boldsymbol{S} * \frac{1}{c4}$$

Donde c4= 0,9896 es una constante, tomada de la tabla anexo N°4, para un n=2

$$6\sigma = 6 * \boldsymbol{S} * 1.0105 = 1{,}6319$$

$$ICp = \frac{Ls - Li}{6\sigma} = \frac{1 - 0}{1{,}6319} = 0{,}6128$$

Según el resultado obtenido, el proceso es no capaz el ICP <1. Proceso considerado pobre.

Para este ejemplo, se observa que el grafico N°4 no tiene un comportamiento normal, ya que todos los puntos están sobre la línea central y para que el proceso esté dentro de control, la secuencia de puntos debe ser a uno y otro lado de la línea central, existiendo casi la misma cantidad de puntos situados a ambos lados de la línea

central. En este grafico no existe variación normal en el proceso y los puntos no siguen un patrón normal.

Una vez explicado, como se obtienen los gráficos de control para las variables, se muestra el análisis de cada variable según el orden en donde se encuentran descritas en la tabla N°28 y la N°29

En el proceso de tallado:

Presión de aire: esta variable solo se monitorea de manera visual y no se registra, determina el proceso, sin cumplirse su valor de especificación no se puede operar, el proceso tiene alarmas (luces en cada etapa) que se encienden en caso de que el valor este fuera de rango. Es una variable monitoreada por los operarios de las líneas de producción y el supervisor del proceso de tallado, quienes emiten notificaciones al departamento de servicio técnico en caso de observarlas, para que este tome las medidas y evaluación de las causas por las cuales está fuera de especificaciones. Por lo general estos casos no se presenten con frecuencia.

Temperatura del Alloy: esta variable se monitorea visualmente y no se registra, el operador del proceso de bloqueo, visualiza la alarma de la condición de temperatura que posee el tanque que contiene el alloy, si esta fuera de rango, debe esperar que se alcance la temperatura o hacer un llamado a el supervisor general del proceso para que se haga la revisión. No se realizaron cartas de control de esta variable.

Temperatura del entorno: esta variable se monitorea visualmente y no se registra, depende del chiller del edificio y tiene un impacto directo sobre el diámetro del punto en el centro en el proceso de generado y la temperatura de la pulitura. No se realizaron cartas de control, existe atención constante al tablero de acceso general en el área del proceso de tallado que se visualiza constantemente.

Cortes de Fastool 1, 2 y milling: se determina que es un indicador en el proceso de generado, es controlado por el departamento de aseguramiento de la calidad, quien emite las alarmas una semana antes de que los cambios de las herramientas se deben programar por el departamento de servicio técnico, esto depende de los volúmenes de producción, es decir, lentes generados en ese momento.

Temperatura del agua de enfriamiento en generado: esta variable se monitorea y registra en digital, depende chiller del área, es controlada con el operador del proceso, quien reporta la atención del sistema de enfriamiento en caso de ser necesario. No se realizaron cartas de control de esta variable.

Diámetro de punto en el centro: esta variable se monitorea y registra, está controlada por el departamento de aseguramiento de la calidad, un analista chequea este diámetro en un microscopio y en caso de observar valores fuera de rango notifica inmediatamente a el supervisor del proceso, quien debe realizar una calibración en el proceso de generado inmediata. No se realizaron cartas de control de esta variable.

Densidad de la pulitura: esta variable se utilizó como ejemplo de cómo se realizaron los cálculos y gráficos, es una variable que se mide y se registra, es controlada por el departamento de aseguramiento de la calidad, se realizo una carta de control de proceso, según los resultados obtenido se analizo la que la variable esta fuera de control.

Tabla N°37. Control de proceso "densidad de la pulitura"

LES	LEI	LCS	LCS	*X*	*R*	ICP
27	21	17,9675	30,6575	24	17,9675	0,3342

Temperatura de la pulitura: es una variable que se mide y se registra, es controlada por el departamento de aseguramiento de la calidad, se realizo una carta de control de proceso, según los resultados obtenidos se puede analizar:

Tabla N°38. Control de proceso "temperatura de la pulitura"

LES	LEI	LCS	LCI	*X*	*R*	ICP
17	10	17,7689	8,7261	13,25	2,41	0,5472

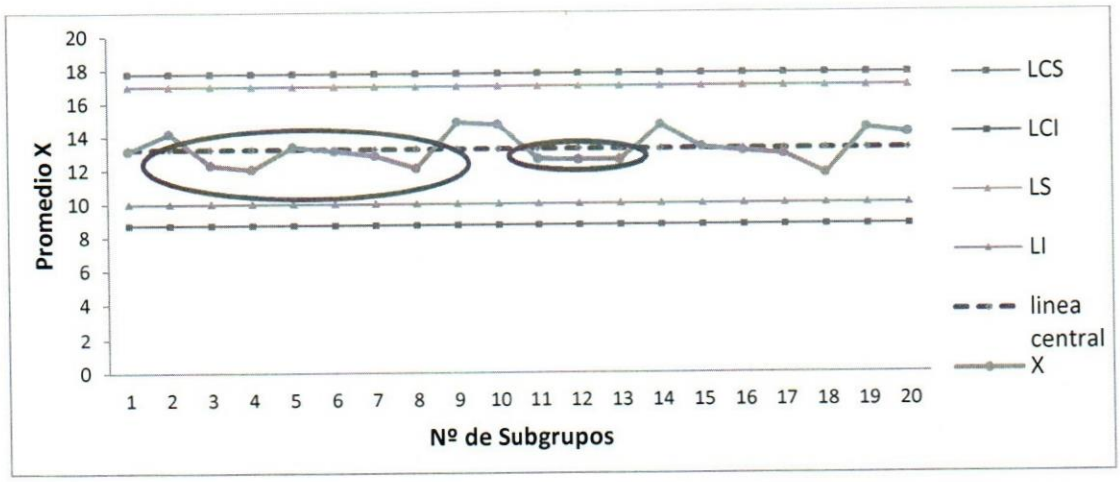


Gráfico N°5. Promedio de X "temperatura de pulido"

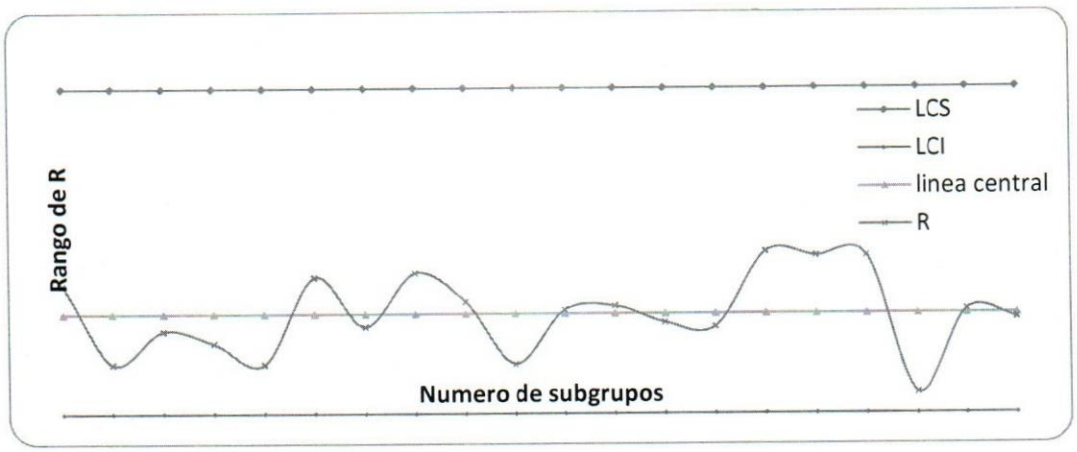


Gráfico N°6. Rango de R "temperatura de pulido"

En los gráficos de 5 y 6 se observa, que no hay suficientes puntos dispersos en los tercios centrales del gráfico, esto podría indicar errores al tomar la medida, fallan los controles automáticos o los límites de control se encuentran desactualizados. También se observan 6 puntos por debajo de la línea central, además de 3 puntos que se encuentran al mismo nivel o están consecutivos, esto indica un proceso fuera de control.

En el grafico R, se observan ciclos, lo que podría indicar que se realizan rotación periódica de los operadores, para controlar esta variable.

Numero de lentes pulidos: se determina que es un indicador en el proceso de pulido, está controlado por el departamento de aseguramiento de la calidad, el analista revisa el registro y una semana antes de cumplirse la especificación de acuerdo a él volumen con que se esté trabajando, notifica a el supervisor del proceso de tallado, quien programa el cambio de la pulitura.

Especificaciones mecánicas: esta variable se utilizó como ejemplo para mostrar los cálculos y gráficos, es una variable que se mide y se registra en digital, es controlada por el departamento de control de calidad, se realizaron los gráficos de control por atributos, se toma una muestra y se utilizan las tolerancias para identificar las unidades defectuosas, es decir que no cumplen con las tolerancias.

Tabla N°39. Datos de control "especificaciones mecánicas"

LES	LEI	LCS	LCI	*P*	*S*	ICP
1	0	0,8801	-1,526	0,0029	0,269	0,6128

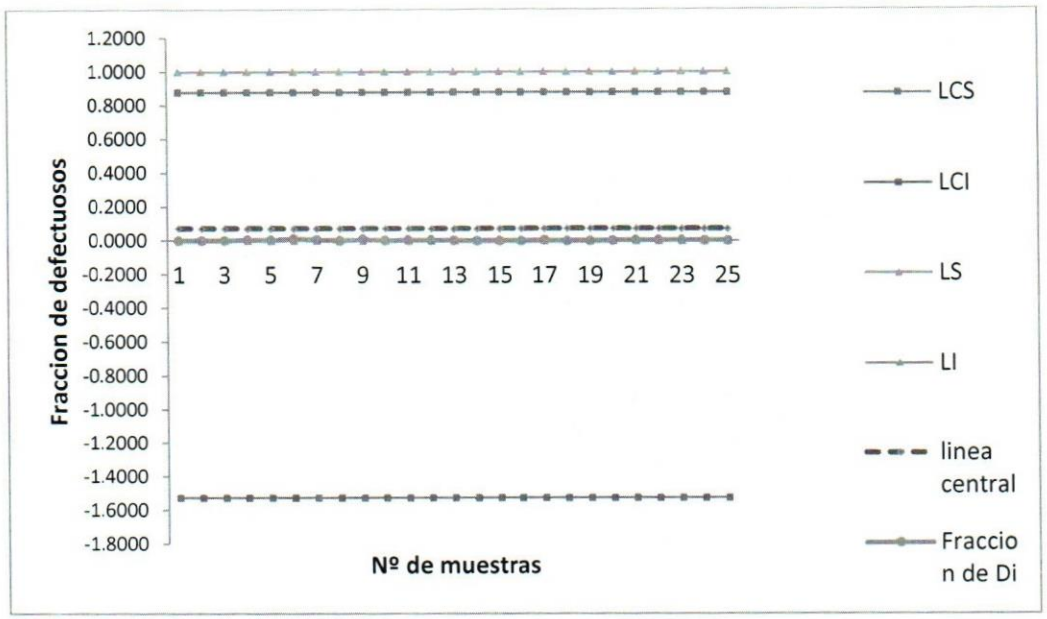


Gráfico N°7. Fracción de defectuosos "especificaciones mecánicas"

Para esta variable se encuentra un gráfico que esta fuera de control, todos los puntos están consecutivos y en la línea central, no existen suficientes puntos dispersos, no hay variabilidad normal en proceso.

Especificaciones cosméticas: es una variable que se mide y se registra en digital, es controlada por el departamento de control de calidad, se realizó un gráfico de control por atributos, se tomo una muestra y se utilizaron las tolerancias para identificar las unidades defectuosas, es decir que no cumplen con las tolerancias.

Tabla N°40. Datos de control "especificaciones cosméticas"

LES	LEI	LCS	LCI	*P*	*S*	ICP
0,3	0	3,275	1,1446	0,0295	0,846	0,0585

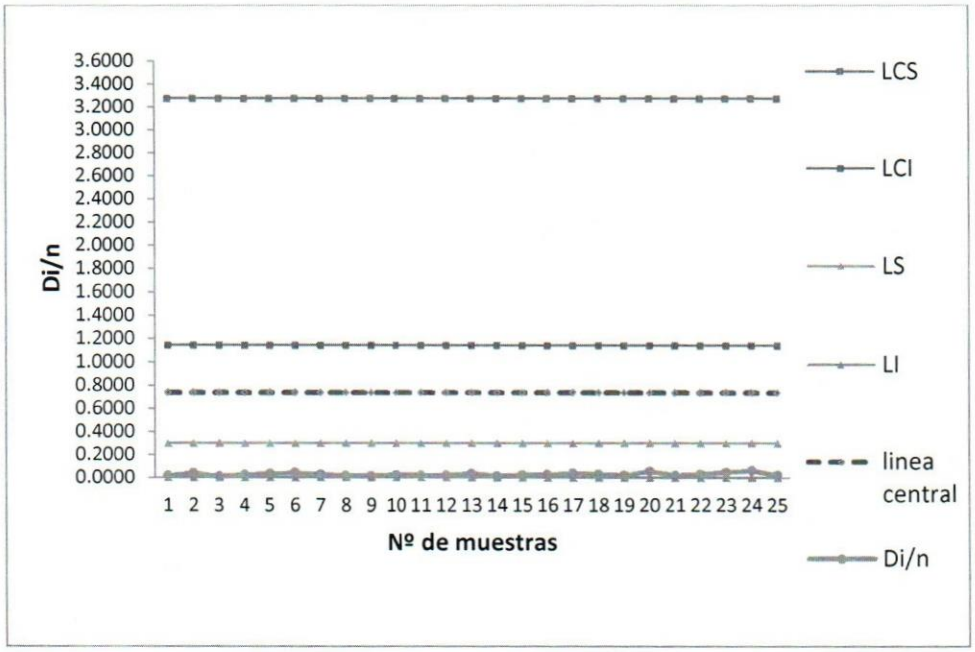


Gráfico N°8. Fracción de defectuosos "especificaciones cosméticas"

Para esta variable, se determinó un proceso fuera de control, los valores son consecutivos y se encuentran todos por debajo de la línea central, además límite de control inferior está por encima de la especificación, se recomienda revisión de los límites de especificación para esta variable.

En el proceso de Antireflejo.

Temperatura del jabon M37: es una variable que se monitorea y se registra en digital, esta variable está controlada por el sistema de control general que tiene el proceso de lavado, tiene los valores de trabajo max, min y críticos seteados, es decir, si por alguna razón el proceso se encuentra fuera de estas especificaciones, el sistema emitirá alarmas de atención a la variable; está monitoreada por el supervisor del proceso continuamente y el analista de aseguramiento de la calidad en el arranque del proceso. No se realizo carta de control.

El análisis de las variables que se mencionan a continuación es igual al descrito para la temperatura del jabon M37.

Temperatura jabon M37.

Temperatura jabon M36.

Temperatura enjuague 1.

Temperatura enjuague 2.

Temperatura agua demi.

Conductividad del agua demi.

PHM36: esta variable se monitorea y registra en digital, se controla por el analista de aseguramiento de la calidad en su monitoreo de arranque del proceso de lavado, en caso de conseguir, desviaciones al utilizar el papel y hacer la comparación del color para detectar el pH, informa a el supervisor general del proceso. No se realizo cartas de control.

PH37: Su análisis es igual al descrito anteriormente.

Temperatura aire UTA: es una variable que se monitorea y se registra en digital, esta variable está controlada por el sistema de control general que tiene el proceso de deeping, tiene los valores de trabajo max, min y críticos seteados, es decir, si por alguna razón el proceso se encuentra fuera de estas especificaciones, el sistema emitirá alarmas de atención a la variable; está monitoreada por el supervisor del proceso continuamente y el analista de aseguramiento de la calidad en el arranque del proceso. No se realizo cartas de control.

El análisis de las variables que se mencionan a continuación es igual al descrito para la temperatura del aire UTA.

Temperatura del jabón alcalino 10%.

Temperatura enjuague 1.

Temperatura jabón alcalino al 5%.

Temperatura enjuague 2.

Temperatura jabón neutro 3%.

Temperatura enjuague 3.

Temperatura agua demi.

Conductividad del agua demi.

Temperatura de la laca.

Porcentaje de sólidos de la laca: esta variable se mide y registra en digital, es controlada por el analista de aseguramiento de la calidad, se realizaron gráficos de control para variables y los resultados fueron los siguientes:

Tabla N°41. Datos de control "porcentaje de sólidos de la laca"

LES	LEI	LCS	LCI	*X*	*R*	ICP
24	21	23,712	20,9364	22,32	0,74	0,76339

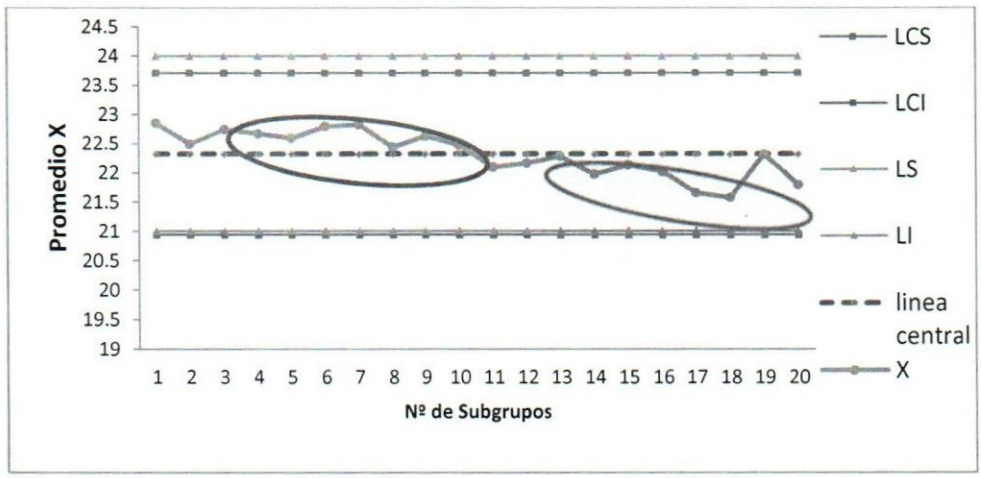


Gráfico N°9. Promedio de X "porcentaje de sólidos en la laca"

Para el grafico N°9 se observa un cambio gradual, hacia un nivel del proceso, es importante identificar la causa de la ocurrencia, identificar el periodo de tiempo en que ocurre, para esta variable este comportamiento pude ser causa de la degradación de los elementos que contiene el material.

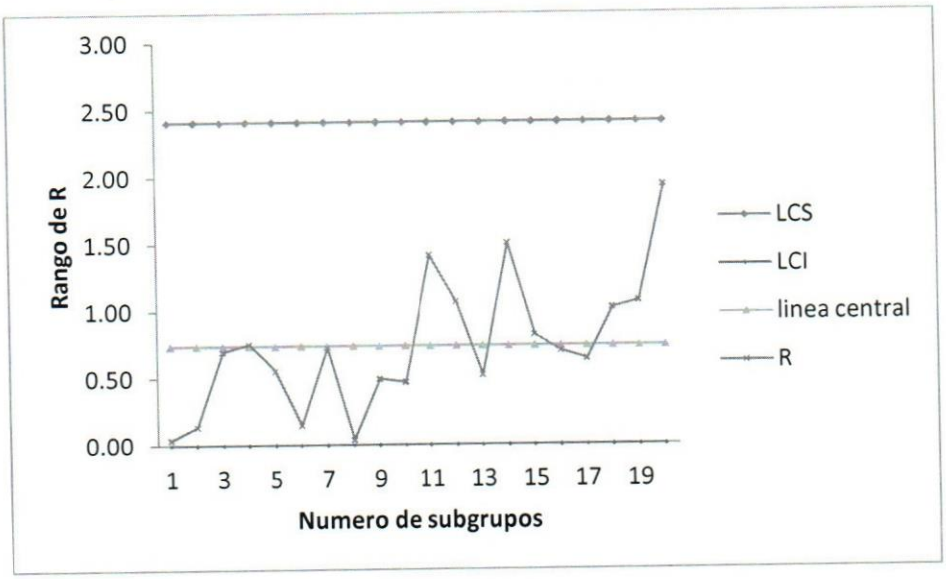


Gráfico N°10. Rango de R" porcentaje de sólidos en la laca"

En el grafico N°10 existe en un principio puntos por debajo de la línea central y a mitad del grafico los puntos se encuentran por encima de esta.

Flujo de enjuaque 1: es una variable que se monitorea y se registra en digital, esta variable está controlada por el sistema de control general que tiene el proceso de deeping, tiene los valores de trabajo max, min y críticos seteados, es decir, si por alguna razón el proceso se encuentra fuera de estas especificaciones, el sistema emitirá alarmas de atención a la variable; está monitoreada por el supervisor del proceso continuamente y el analista de aseguramiento de la calidad en el arranque del proceso. No se realizaron cartas de control.

El análisis de las variables que se mencionan a continuación es igual al descrito para el flujo de enjuague 1.

Flujo de enjuague 2

Flujo de enjuague 3

Conductividad de enjuague 1

Conductividad de enjuague 2

Conductividad de enjuague 3

PH del jabon 10%: esta variable se monitorea y registra en digital, se controla por el analista de aseguramiento de la calidad en su monitoreo de arranque del proceso de deeping, en caso de conseguir, desviaciones al utilizar el papel y hacer la comparación del color para detectar el pH, informa a el supervisor general del proceso. No se realizaron cartas de control.

PH jabon al 3%: su análisis es igual al descrito anteriormente.

Espesor de la capa en los bordes: es una variable que se mide y se registra en digital, está controlada por el analista de aseguramiento de la calidad, quien realiza las mediciones a diario y notifica a el supervisor del proceso de antireflejo en caso de conseguir valores fuera de los limites de especificaciones, se realizaron los gráficos de control para esta variable y los resultados fueron los siguientes:

Tabla N°42. Datos de control "espesor de la capa en los bordes"

LES	LEI	LCS	LCI	*X*	*R*	ICP
3	2	3,1481	2,1178	2,63	0,27	0,6861

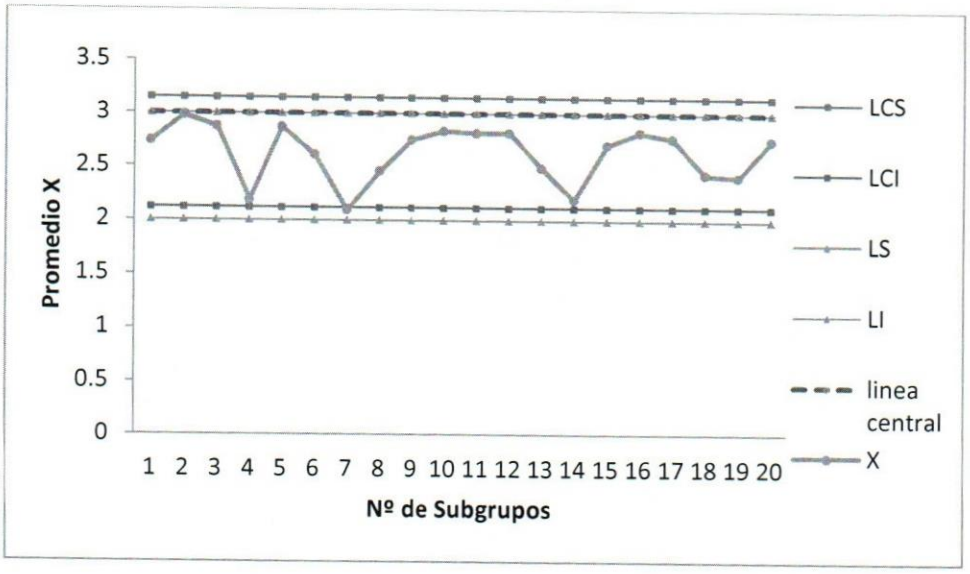


Gráfico N°11. Promedio de X "espesor de la capa en los bordes"

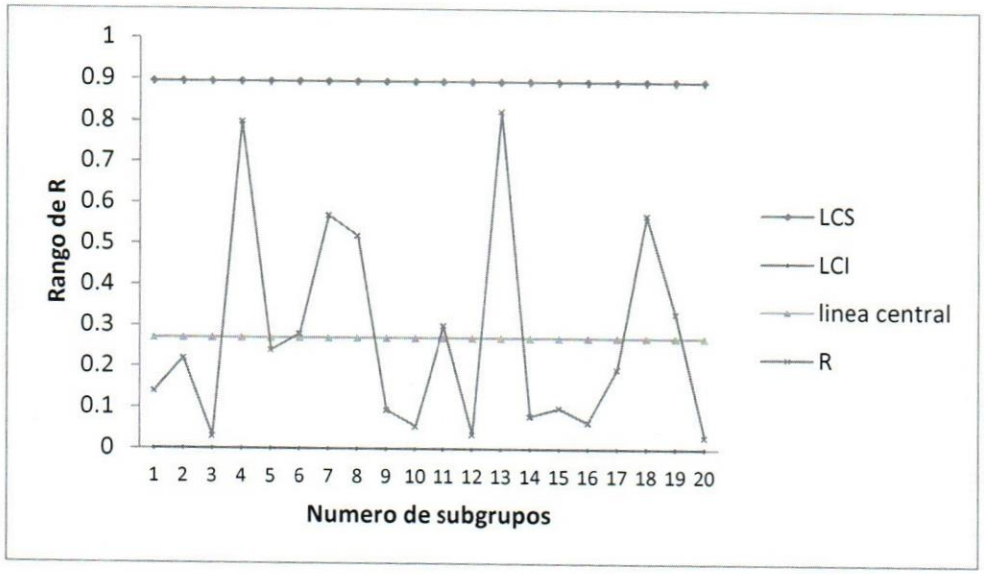


Gráfico N°12. Rango de R "espesor de la capa en los bordes"

El proceso se encuentra fuera de control, todos los puntos se encuentran por debajo de la línea central en el grafico N° 11, en el Gráfico N°12 existen ciclos que aparecen en forma de ola con puntos altos y bajos consecutivos. Las causas podrían ser maquinas con desgastes o sobre ajustes en los insumos que alimentan la máquina.

Espesor de la capa en el centro: esta variable se mide y se registra en digital, está controlada por el analista de aseguramiento de la calidad, quien realiza las mediciones a diario en conjunto con las mediciones del espesor de la capa en los bordes, esta variable debe ser semejante a la anterior, cualquier cambio mayor a un (1) milímetro comparando con el espesor del borde se notifica de inmediato a el supervisor del proceso de tallado. No se realizaron carta de control.

Presión de aire: esta variable se monitorea y no se registra, determina el proceso de antireflejo, si no se cumple la especificación, el proceso no se podrá ejecutar, existen alarmas (mensajes computarizados) que se originan en caso de que los valores estén fuera de rango. El monitoreo es constante por parte de los operadores y supervisor y los mensajes son llevados a el departamento de servicio técnico en caso de presentarse. No se realizaron cartas de control para esta variable.

Longitud de onda de la cara externa: esta variable se mide y se registra en digital, es controlada por el analista de aseguramiento de la calidad, quien realiza mediciones diariamente y en caso de encontrar valores fuera de especificaciones notifica a el supervisor del proceso de antirreflejo. Se realizo un grafico de control para variables y los resultados se muestran a continuación:

Tabla N°43. Datos de control "longitud de onda"

LES	LEI	LCS	LCI	*X*	*R*	ICP
570	490	551,35	498,09	525	14	1,0618

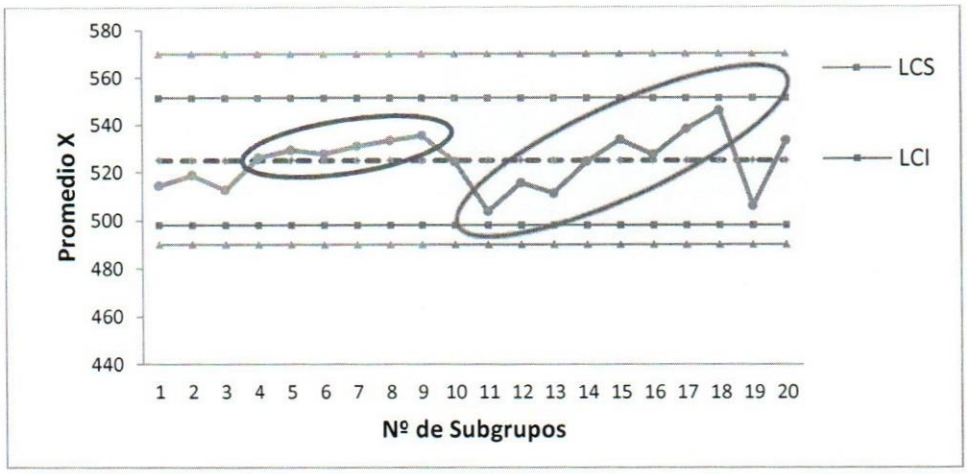


Gráfico N°13. Promedio de X "longitud de onda"

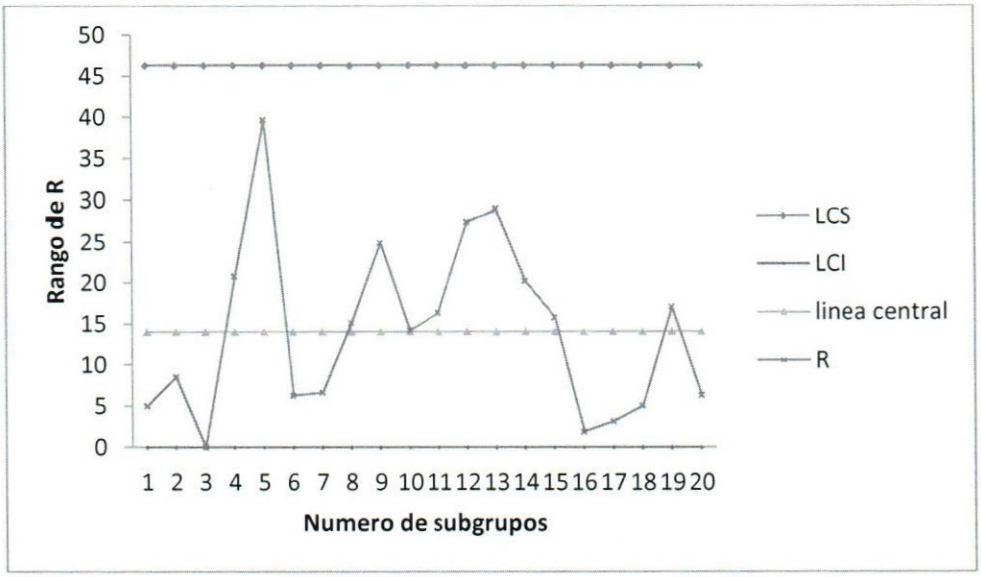


Gráfico N°14. Rango de R "longitud de onda"

Al analizar los grafico se consiguen puntos por encima de la línea central, además de una tendencia ascendente, no existe variabilidad en el proceso, se determina que el proceso está fuera de control

Longitud de onda de la cara interna: esta variable es medida y registrada por el analista de aseguramiento de la calidad, debe ser igual a la medición de la variable anterior. No se realizo carta de control.

Reflactancia de la cara externa: esta variable se mide y se registra en digital, es controlada por el analista de aseguramiento de la calidad, quien realiza mediciones diariamente y en caso de encontrar valores fuera de especificaciones notifica a el supervisor del proceso de antireflejo. Se realizo un grafico de control para variables y los resultados se muestran a continuación:

Tabla N°44. Datos de control "reflactancia"

LES	LEI	LCS	LCI	*X*	*R*	ICP
1,5	1	1,591	0,9452	1,27	0,17	0,5473

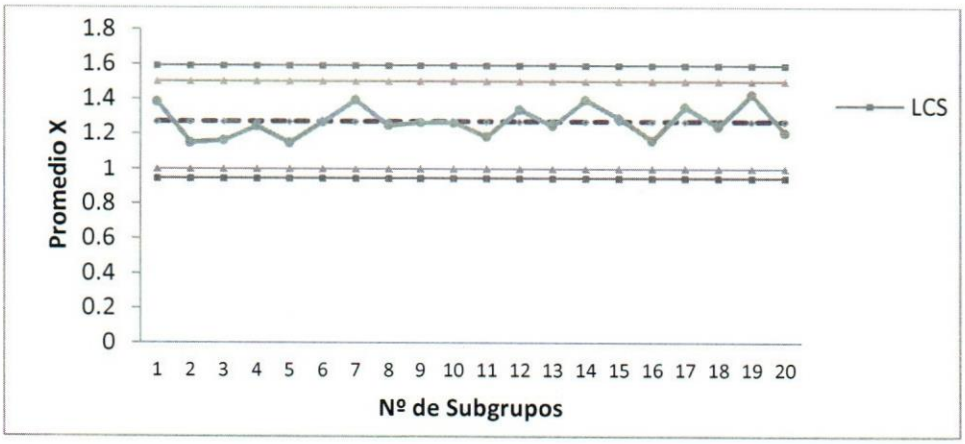


Gráfico N°15. Promedio de X "reflactancia"

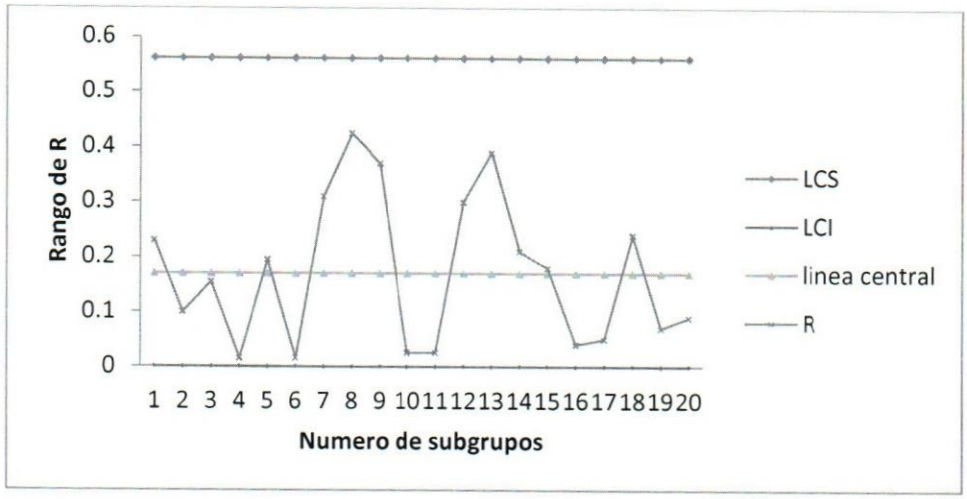


Gráfico N°16. Rango de R "reflactancia"

Al analizar los gráficos, se consiguen puntos abrazando la línea central, además de ciclos en forma de olas con puntos que suben y bajan. No existe variabilidad en el proceso, se observa que esta fuera de control.

Reflactancia de la cara interna: esta variable es medida y registrada por el analista de aseguramiento de la calidad, debe ser igual a la medición de la variable anterior. No se realizo carta de control.

Especificaciones mecánicas: esta variable se mide y se registra, pero no se llevan cartas de control, en el proceso de tallado esto se controla y se hizo un gráfico de control por atributos. En el proceso de Antireflejo se registran pocas unidades defectuosas por atributos mecánicos.

Especificaciones cosméticas: esta variable se mide y se registra en digital, es controlada por el departamento de control de calidad, se realizó un gráfico de control por atributos, se tomó una muestra y se utilizaron las tolerancias para identificar las unidades defectuosas, es decir que no cumplían con las especificaciones

Tabla N°45. Datos de control "especificaciones cosméticas"

LES	LEI	LCS	LCI	*P*	*S*	ICP
0,5	0	4,275	-4,917	0,0457	1,044	0,0789

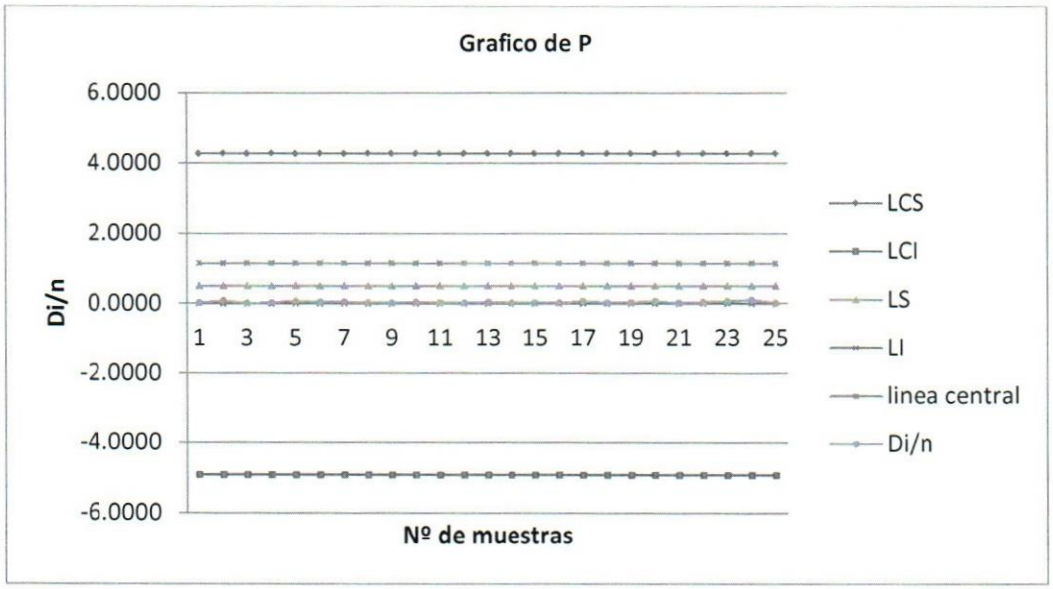


Gráfico N°17. Fracion de defectuosos "especificaciones cosmeticas"

Al analizar el grafico, todos los puntos se encuentran consecutivos y sobre la línea, no existe variación normal en el proceso, se determina que esta fuera de control

Análisis de las variables críticas según sus causas. Diagrama Causa-Efecto

En la siguiente figura se puede observar el diagrama causa efecto de las posibles razones por las cuales la mayoría de los procesos dentro de la Planta están fuera de control:

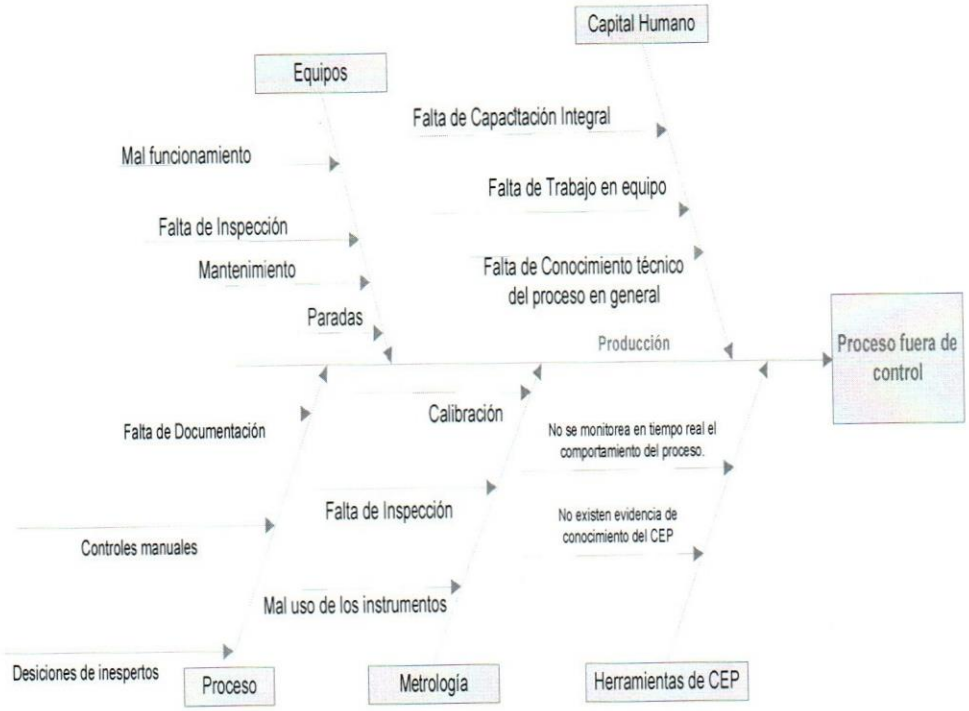


Figura N°61. Diagrama causa - efecto para el análisis de las variables físicas

Objetivo 3. Determinar la capacidad de los procesos en la línea con tecnología Free Form (Cpk).

A pesar de que en el objetivo N°2 se evidenció con el cálculo del ICP, que los procesos evaluados están fuera de control y además las acciones correctivas para eliminar las posibles causas no se están realizando en su totalidad, se realizó el cálculo de la capacidad real de los proceso (Cpk), para tener referencia cuantitativa al respecto.

Se realizó la verificación de que si los procesos se encuentran centrados o no.

Tabla N° 46. Cálculo de la capacidad real del proceso (Cpk)

Variables	Ls	Li	μ	Dispersión	ICp	σ	3σ	Cpk
Densidad	27	21	24	17,95	0,33	2,992	8,98	0,334
Especificaciones mecánicas en tallado	1	0	0,5	1,63	0,61	0,272	0,82	0,613
Especificaciones cosméticas en tallado	0,3	0	0,15	5,13	0,06	0,855	2,56	0,058
Especificaciones cosméticas en antireflejo	0,5	0	0,25	6,33	0,08	1,055	3,17	0,079
Temperatura de pulido	17	10	13,5	12,79	0,55	2,132	6,40	0,547
% de sólidos	24	21	22,5	3,93	0,76	0,654	1,96	0,764
espesor de la laca	3	2	2,5	1,46	0,69	0,243	0,73	0,686
longitud de onda	570	490	530	75,34	1,06	12,557	37,67	1,062
Reflactancia	1,5	1	1,25	0,91	0,55	0,152	0,46	0,547

La tabla N°46 muestra que la mayoría de los procesos relacionados con las variables estudiadas no son capaces. Esto ocurre porque los límites de especificación del proceso son demasiado estrechos en comparación con los límites de variabilidad natural del mismo por efecto de causas comunes.

Se observa que en el proceso de Antireflejo relacionado con la longitud de onda, el cálculo del Cpk dio mayor que 1, se podría decir que estos son procesos capaces a pesar que no están centrados, la probabilidad de cumplir con la especificación es 1, es decir 100%.

Un valor de ICP de menos de 1 indica que el proceso no tiene capacidad, mientras que un ICP=1 implica que el proceso apenas tiene capacidad. En la práctica, un valor de ICP de 1,33 generalmente se toma como un valor mínimo aceptable porque siempre hay alguna variación de muestreo y ningún proceso está siempre completamente bajo control estadístico.

Sin embargo, se debe observar que el ICP mide la relación de los límites de dispersión del proceso. Es posible que muchos valores estén por fuera de los límites de especificación y tener un valor alto de ICP. Norma Covenin 3140:1995.

Se ilustran los pasos que conducen hacia el control y mejoramiento de proceso el esquema se presentara en el objetivo 4, como estrategia del plan utilizando los gráficos de control y el Índice de capacidad de proceso ICP.

El principio de normalidad, no se cumple al realizar el análisis de los gráficos que se han mostrado en el objetivo 2, el cual considera que alrededor del 68% de los puntos están en los tercios más cercanos a la línea central. Alrededor del 2% de los puntos están en los tercios más cercanos a los límites de control. Aproximadamente el 30% restante está ubicado en los tercios superior e inferior del gráfico. No existen puntos situados fuera de los límites de control y existe la misma cantidad de puntos a ambos lados de la línea central.

CAPITULO VI. LA PROPUESTA

En este Capítulo se desarrolla la Propuesta del plan para la mejora de la Calidad, basado en los principios de la Gerencia de Proyectos y velando por: el cumplimiento de las especificaciones del proceso y del producto en cada etapa, la eliminación total de desperdicios de los recursos, la mejora continua, y la participación total de la Organización. De esta forma se desarrolla el cuarto objetivo de la Investigación.

Objetivo 4. Definir los elementos necesarios de un plan que mejore la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos de Optica Caroní C.A, bajo el enfoque de Capacidad de procesos.

La propuesta que contiene los elementos necesarios para implementar un plan que mejore la calidad de los procesos operativos, esta se presenta a continuación:

Justificación de la propuesta.

Una vez que se han desarrollado y analizado los objetivos 1, 2 y 3, se ha determinado la necesidad de gestionar y organizar actividades para dar cumplimiento a los requisitos y objetivos de calidad, así como la optimización del uso de recursos para el cumplimiento de los objetivos de la misma. De manera tal, que al realizarse la implementación de este plan propuesto se utilizará como base para dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de los requisitos para la calidad en los procesos de fabricación de lentes oftálmicos.

Objetivos de la propuesta.

Mejorar la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos mediante el uso de técnicas de control estadístico de proceso y la revisión del índice de capacidad; de manera que se establezcan y mantengan los procesos aceptables y estables; asegurándose la conformidad de los productos y de los servicios con requisitos especificados.

Alcance de la propuesta.

Establecer un plan de mejoras de la calidad en los procesos operativos en la fabricación de lentes oftálmicos, con técnicas y herramientas de optimización, minimizando los riesgos, asegurando la calidad de producto, del servicio y mejorando las competencias del talento humano para llevar a la empresa a estándares internacionales de desempeño y mantenerlos en el tiempo.

Para presentar el plan de Mejora de la calidad de los procesos de fabricación de lentes oftálmicos, son necesarios e importantes los siguientes aspectos:

Responsabilidad de la dirección de la organización: es un requerimiento que este plan de mejora de la calidad en los procesos sea un compromiso de Gerencia general de operaciones y que se desee luego de su diseño la implementación inmediata del mismo; de la manera que se cumpla el objetivo.

Responsable de la implementación del plan: se requiere una persona responsable que se encargará de la ejecución y control del plan según lo planificado en el mismo, esta persona deberá desarrollar las siguientes tareas:

1. Coordinar todas las actividades del plan.
2. Presentar a la directiva el cronograma de avance del plan de forma periódica, según previo acuerdo.
3. Solicitar a la directiva los recursos necesarios para la implementación del plan de mejora.

Provisiones de recursos:

Es necesario que la directiva provea la incorporación de los recursos necesarios, estos podrán incluir materiales, recurso humano, infraestructura y ambiente de trabajo; para la incorporación del plan.

Compromiso de supervisores y coordinadores: es necesario que se comunique a los supervisores, coordinadores y operarios, que se requiere de su apoyo y colaboración para cumplir con las actividades del plan.

El plan para la mejora de la calidad de los procesos operativos para la fabricación de lentes oftálmicos que se presenta, se estructura en la forma que se describe a continuación:

Estructura de la Propuesta.

1. Objetivo
2. Alcance
3. Políticas y lineamientos.
4. Actividades
5. Responsables
6. Indicadores
7. Estrategia del plan.
8. Cronograma de actividades del plan.

Objetivo.

Mejorar la calidad de los procesos de operaciones en la fabricación de lentes oftálmicos, a través de control estadístico de proceso.

Alcance.

El presente plan de mejora contempla las actividades requeridas, los responsables, los recursos necesarios, indicadores de de gestión, para implementación del mismo, una vez aprobado por la Alta Dirección.

Establecimiento de Políticas y Lineamientos.

1. Crear el equipo para la aplicación del plan de mejora.
2. Los manuales de operaciones de los procesos de fabricación de lentes, están dentro del departamento de calidad y se encontraran a la mano del equipo que está ejecutando el plan.
3. La gerencia de control de calidad realizara las revisiones necesarias para las actualizaciones pertinentes de los instructivos o documentos que haran referencia el plan.
4. Establecer políticas que se aseguren el cumplimiento de los procedimientos implementados.
5. Emitir lineamientos que aseguren el registro de las actividades del plan de calidad en los procesos operativos.
6. Solicitar reportes mensuales para dar seguimiento y control a los resultados luego de la implementación del plan de mejora.

Actividades del Plan.

Identificación de los procesos que están incluidos en el plan.

1. Nombre de los procesos.
2. Lista de Instrucciones de trabajo asociado (lista de códigos)
3. Lista de Característica del proceso a controlar.
4. Lista de Característica del producto a inspeccionar

Identificación de los métodos de control del proceso.

1. Hojas de control o gráficos asociados a los procesos.
2. Identificación de los responsables del control.
3. Establecimiento de la frecuencia de control.
4. Identificación de los métodos de inspección, ensayo o prueba.

Capacitación sobre métodos de control de proceso.

1. Preparación de la instrucción Control estadístico de procesos.
    - Como se generan los gráficos de control.
    - Como se analizan los gráficos de control.
2. Formación del grupo que recibirá la instrucción
3. Presentación de los resultados del programa de capacitación a la Gerencia general de operaciones.
4. Emitir los lineamientos para asegurar el registro de las actividades del programa de capacitación.
5. Charlas informativas sobre los beneficios del uso de control estadístico de proceso en la fabricación de lentes oftálmicos.

Desarrollo de la comunicación.

1. Establecer los responsables de la comunicación entre los supervisores y operarios.
2. Establecer los medios para la comunicación de los resultados luego de la implantación del plan.

Desarrollo de los procesos de soporte.

1. Programa de reuniones para establecer acuerdos de servicios:
    - Servicio técnicos: planes de mantenimiento preventivo y correctivo
    - Adquisiciones: Materiales y Servicios en Almacen de cristales
    - RRHH: personal con competencias.
    - Servicios de sistema: desarrollo de software y soporte.

Desarrollo de los indicadores del plan.

1. Establecer el diseño de presentación de los indicadores.
2. Asignar los responsables que generan los indicadores del plan.
3. Programar reuniones, en donde se presenten los indicadores del plan.

4. Llegar a acuerdos de acción para la mejora de los indicadores del plan.
5. Realizar las acciones acordadas para la mejora de los indicadores.
6. Programar reuniones de evaluación y toma de decisiones.

Indicadores y Responsables para el Plan

Tabla N°47. Indicadores del plan de mejora

Indicadores de los procesos de manufactura			
Proceso	**Indicadores**	**Definición**	**Responsable**
Tallado	% de productos No conformes	Determina la relación porcentual entre el total de producto que no cumple con las especificaciones mecánicas, cosméticas y ópticas entre el total de producto procesado dentro de las especificaciones en un periodo de tiempo dado.	Gerente de Control de Calidad
Antireflejo	% de producto No conforme	Determina la relación porcentual entre el total de producto que no cumple con las especificaciones cosméticas y ópticas entre el total de producto procesado dentro de las especificaciones en un periodo de tiempo dado.	Gerente de Control de Calidad
Tallado	% de productos en reproceso	Determina la relación porcentual entre el total de producto que no cumple los requisitos exigidos luego del proceso de generado con respecto al total de producto generado en un periodo de tiempo dado.	Gerente de Control de Calidad
Antireflejo	% de producto en reproceso	Determina la relación porcentual entre el total de producto que no cumple los requisitos exigidos luego del proceso de antiraya (coating) con respecto al total de producto con antiraya en un periodo de tiempo dado.	Gerente de Control de Calidad

Estrategia del plan.

Se ilustra a continuación los pasos claves que conducen hacia el control y el mejoramiento del proceso. Utilizando los gráficos de control y calculando si el proceso es capaz o no capaz; para de esta manera tomar decisiones o intentar mejorar.

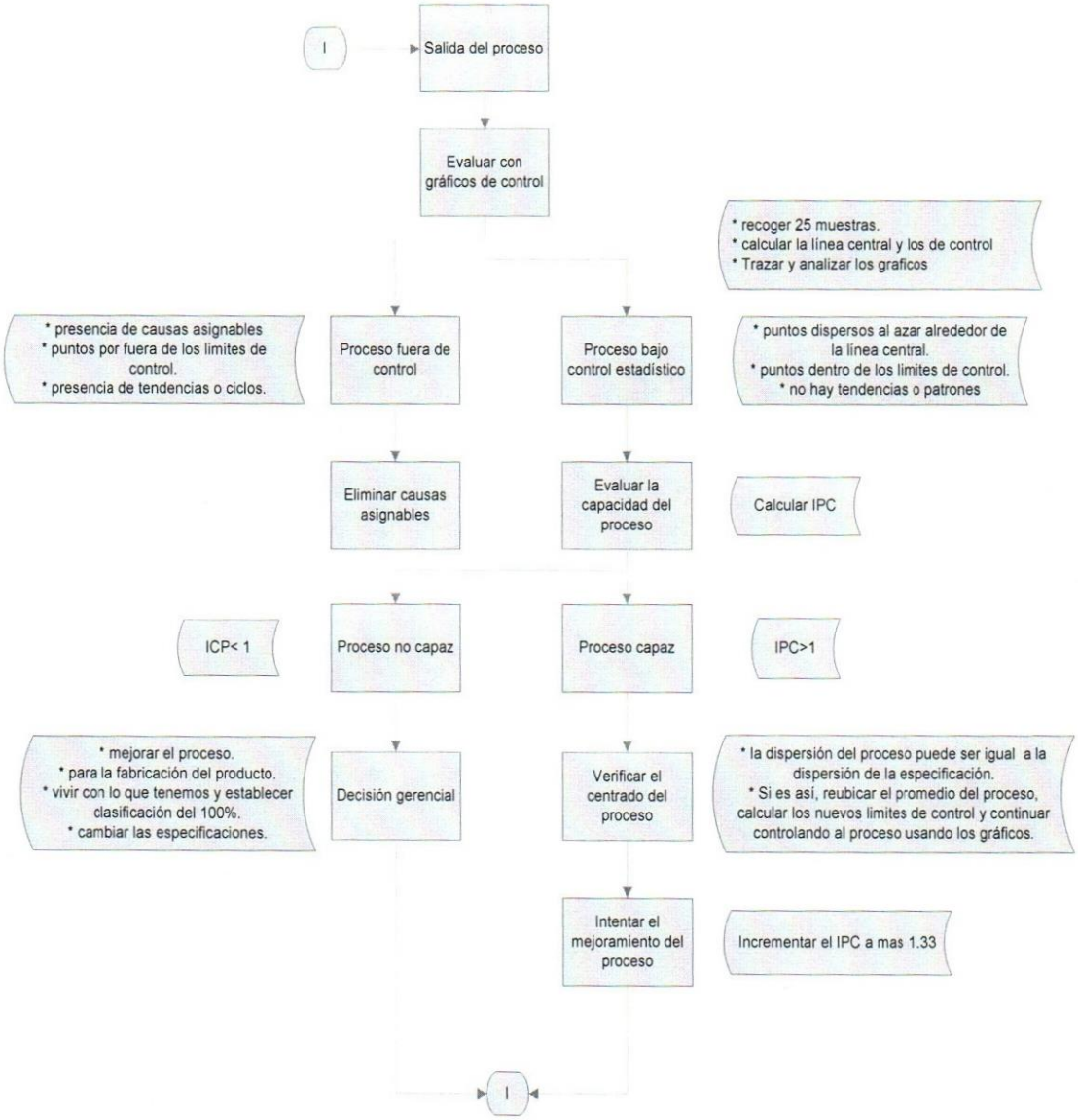


Figura N°61. Estrategia para el mejoramiento del proceso.

Cronograma de Actividades.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		**Identificación de los procesos que están incluidos en el plan.**	1 día	lun 09/01/12	lun 09/01/12	
2		nombre de los procesos	1 hora	lun 09/01/12	lun 09/01/12	
3		lista de instrucciones de trabajo asociado	3 horas	lun 09/01/12	lun 09/01/12	2
4		lista de caracteristica del proceso a controlar	2 horas	lun 09/01/12	lun 09/01/12	3
5		lista de caracteristica del producto a inspeccionar	2 horas	lun 09/01/12	lun 09/01/12	4
6		**Identificación de los métodos de control del proceso.**	5 días	mar 10/01/12	lun 16/01/12	5
7		hojas de control o gráficos asociados a los procesos.	3 días	mar 10/01/12	jue 12/01/12	5
8		Identificación de los responsables del control.	1 día	vie 13/01/12	vie 13/01/12	7
9		establecimiento de la frecuencia de control	4 horas	lun 16/01/12	lun 16/01/12	8
10		identificación de los métodos de inspección, ensayo o prueba.	4 horas	lun 16/01/12	lun 16/01/12	9
11		**Capacitación sobre métodos de control de proceso**	5 días	mar 17/01/12	lun 23/01/12	10
12		preparación de la instrucción Control estadístico de procesos	2 días	mar 17/01/12	mié 18/01/12	10
13		formación del grupo que recibirá la instrucción	2 horas	jue 19/01/12	jue 19/01/12	12
14		presentación de los resultados del programa de capacitación a la Gerencia general de op	3 horas	jue 19/01/12	jue 19/01/12	13
15		emitir los lineamientos para asegurar el registro de las actividades del programa de capacitación.	4 horas	jue 19/01/12	vie 20/01/12	14
16		charlas informativas sobre los beneficios del uso de Control estadístico de proceso en la fabricació	2 horas	vie 20/01/12	vie 20/01/12	15
17		Desarrollo de la comunicación.	4 horas	vie 20/01/12	vie 20/01/12	16
18		Establecer los responsables de la comunicación entre los supervisores y operarios.	2 horas	vie 20/01/12	lun 23/01/12	17
19		Establecer los medios para la comunicación de los resultados luego de la implantación del plan.	1 día?	lun 23/01/12	mar 24/01/12	18
20		**Desarrollo de los procesos de soporte.**	10 días	mar 24/01/12	mar 07/02/12	19
21		**Programa de reuniones para establecer acuerdos de servicios:**	10 días	mar 24/01/12	mar 07/02/12	19
22		Servicio técnicos: planes de mantenimiento preventivo y correctivo	3 días	mar 24/01/12	vie 27/01/12	19
23		Adquisiciones: Materiales y Servicios en Almacen de cristales	3 días	vie 27/01/12	mié 01/02/12	22
24		RRHH: personal con competencias.	2 días	mié 01/02/12	vie 03/02/12	23
25		Servicios de sistema: desarrollo de software y soporte.	2 días	vie 03/02/12	mar 07/02/12	24
26		**Desarrollo de los indicadores del plan.**	12,5 días	mar 07/02/12	jue 23/02/12	25
27		Establecer el diseño de presentación de los indicadores.	2 días	mar 07/02/12	jue 09/02/12	25
28		Asignar los responsables que generan los indicadores del plan.	1 día	jue 09/02/12	vie 10/02/12	27
29		Programar reuniones, en donde se presenten los indicadores del plan.	5 horas	vie 10/02/12	vie 10/02/12	28
30		Llegar a acuerdos de acción para la mejora de los indicadores del plan.	2 días	vie 10/02/12	mar 14/02/12	29
31		Realizar las acciones acordadas para la mejora de los indicadores.	5 días	mar 14/02/12	mar 21/02/12	30
32		Programar reuniones de evaluación y toma de decisiones.	2 días	mar 21/02/12	jue 23/02/12	31

Figura N°62. Cronograma de actividades para la implementación del plan

Diagrama de Gantt

		Nombre de tarea
1		**Identificación de los procesos que están incluidos en el plan.**
2		nombre de los procesos
3		lista de instrucciones de trabajo asociado
4		lista de caracteristica del proceso a controlar
5		lista de caracteristica del producto a inspeccionar
6		**Identificación de los métodos de control del proceso.**
7		hojas de control o gráficos asociados a los procesos.
8		Identificación de los responsables del control.
9		establecimiento de la frecuencia de control
10		identificación de los métodos de inspección, ensayo o prueba.
11		**Capacitación sobre métodos de control de proceso**
12		preparación de la instrucción Control estadístico de procesos
13		formación del grupo que recibirá la instrucción
14		presentación de los resultados del programa de capacitación a la Gerencia general de op
15		emitir los lineamientos para asegurar el registro de las actividades del programa de capacitación.
16		charlas informativas sobre los beneficios del uso de Control estadístico de proceso en la fabricación de lentes
17		Desarrollo de la comunicación.
18		Establecer los responsables de la comunicación entre los supervisores y operarios.
19		Establecer los medios para la comunicación de los resultados luego de la implantación del plan.
20		**Desarrollo de los procesos de soporte.**
21		**Programa de reuniones para establecer acuerdos de servicios:**
22		Servicio técnicos: planes de mantenimiento preventivo y correctivo
23		Adquisiciones: Materiales y Servicios en Almacen de cristales
24		RRHH: personal con competencias.
25		Servicios de sistema: desarrollo de software y soporte.
26		**Desarrollo de los indicadores del plan.**
27		Establecer el diseño de presentación de los indicadores.
28		Asignar los responsables que generan los indicadores del plan.
29		Programar reuniones, en donde se presenten los indicadores del plan.
30		Llegar a acuerdos de acción para la mejora de los indicadores del plan.
31		Realizar las acciones acordadas para la mejora de los indicadores.
32		Programar reuniones de evaluación y toma de decisiones.

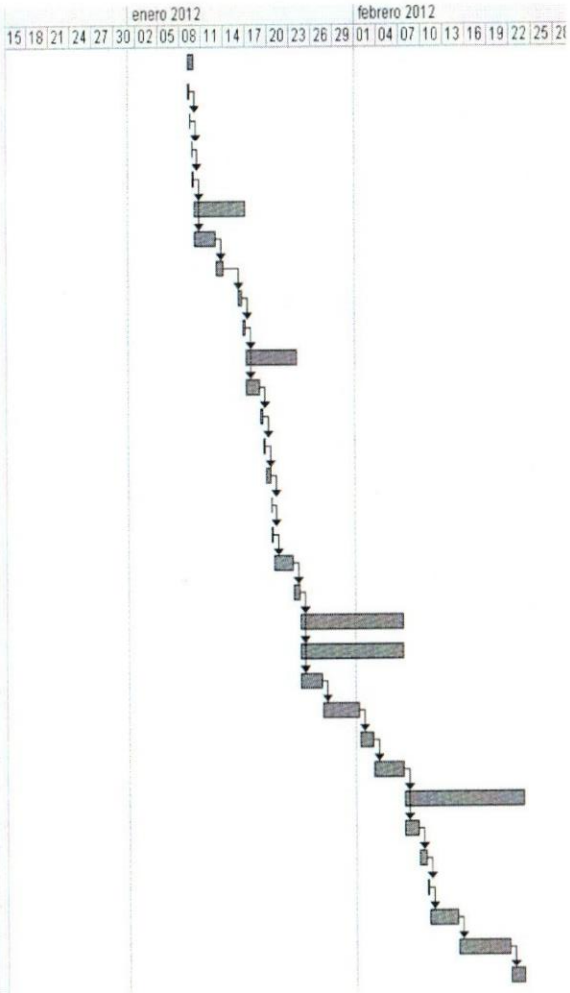


Figura N°63. Diagrama de Gantt para la implementación del plan

Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos.

En el plan de aseguramiento de la calidad se ha diseñado, con los elementos que se mencionan a continuación: diagrama del proceso que muestra una figura de representación, el nombre del proceso, el documento de referencia que cita a un instructivo de trabajo, las características del proceso a controlar, el método de control del proceso, incluyendo las hojas o gráficos de control, el responsable del control y la frecuencia del mismo, la característica del producto a inspeccionar, el método de inspección o método de ensayo que se va a utilizar y las observaciones si es el caso.

Los documentos de referencia o hojas de control, citados pertenecen a la organización, en el anexo N° 5, se encuentra las listas en donde se hace referencia a los códigos en el plan citados.

En la figura N°64, se presenta el plan de aseguramiento de la calidad con los elementos descritos, se propone desarrollar el plan de aseguramiento cuando se implante el plan de mejora de la calidad y que la actividad sea responsabilidad del Gerente de Calidad.

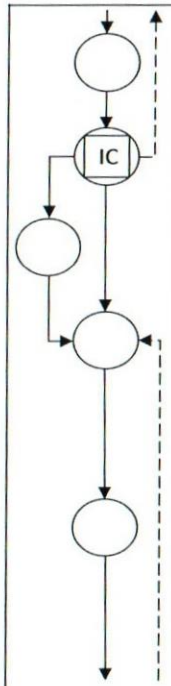
OPTICA CARONI	PLAN DE LA CALIDAD PROCESO DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICAS	

DIAGRAMA DEL PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO A CONTROLAR	MÉTODO DE CONTROL DEL PROCESO			CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO A INSPECCIONAR	INSPECCIÓN/ MÉTODO DE ENSAYO/ CONTROL
				HOJA O GRÁFICO DE CONTROL	RESPONSABLE DEL CONTROL	FRECUENCIA DE CONTROL		
	Almacenamiento de Cristales							
	Protección con Tape	I-GO-LAB-01	Presión de Aire		Ayudante de Laboratorio	Monitoreo Diario		
	Bloqueo	I-GO-LAB-02	Presión de Aire Temperatura del Alloy		Técnico I	Monitoreo Diario		
IC	Generado	I-GO-LAB-03	Presión de Aire Temperatura ambiente Temperatura del Agua Cortes del Fast Tool 1 y 2, y Milling	F-GO-LB-01 F-GO-LB-03 F-GQ-Q-11	Técnico I Analista de Calidad	Monitoreo Diario Registro Diario Diámetro del Punto en el Centro a cada hora a un cristal	Diámetro del Punto en el Centro del Cristal y la Superficie	Inspección en el Microscopio y en el PMG Gráfico de Control
	Pulido	I-GO-LAB-06	Temperatura ambiente Temp. de la Pulitura Presión de Aire Densidad de la Pulitura Nº de Cristales Pulidos	F-GO-LB-02	Técnico I	Diariamente		Gráfico de Control
IP	Marcado Láser	I-GO-LAB-08	Marca del Láser		Ayudante de Laboratorio	Cada Cristal	Marca del Láser	Visual
	Desbloqueo	I-GO-LAB-09			Ayudante de Laboratorio			

Almacenamiento — Operación — IP Operación Inspección de Producción — IC Operación Inspección de Calidad — Transporte — Operación Continua — - - - - Reproceso

Figura N° 64-A. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo

OPTICA CARONI	PLAN DE LA CALIDAD PROCESO DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICAS	

DIAGRAMA DEL PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO A CONTROLAR	MÉTODO DE CONTROL DEL PROCESO			CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO A INSPECCIONAR	INSPECCIÓN/ MÉTODO DE ENSAYO/ CONTROL
				HOJA O GRÁFICO DE CONTROL	RESPONSABLE DEL CONTROL	FRECUENCIA DE CONTROL		
	Lavado Manual	I-GO-LAB-10			Ayudante de Laboratorio		Superficie	Visual
	Chequeo			F-GQ-Q-10 F-GQ-Q-11	Auxiliar de Calidad	Cada cristal	Especificaciones mecánicas Especificaciones Cosméticas	Visual y en el Lensómetro
	Coloración		Temperatura Tiempo		Montador Técnico		Color (Comparación con la muestra patrón)	
	Armado de Racks	I-GO-AR-01		F-GO-AR-01	Auxiliar de Antireflejo			
	FISA Lavado	I-GO-AR-02	Temperatura Agua Rec. Temp. Soda Caústica Temperatura Jabones M36 y M37 Temperatura de Enjuagues (1 y 2) y Agua Demi pH de los Jabones M36 y M37 Flujo de los Enjuagues (1 y 2)	F-GO-AR-04	Auxiliar de Antireflejo			Gráfico de Control

Almacenamiento | Operación | IP Operación Inspección de Producción | IC Operación Inspección de Calidad | Transporte | Operación Continua | Reproceso

Figura N° 64-B. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo.

OPTICA CARONI	PLAN DE LA CALIDAD PROCESO DE FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICAS	

DIAGRAMA DEL PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO A CONTROLAR	MÉTODO DE CONTROL DEL PROCESO			CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO A INSPECCIONAR	INSPECCIÓN/ MÉTODO DE ENSAYO/ CONTROL
				HOJA O GRÁFICO DE CONTROL	RESPONSABLE DEL CONTROL	FRECUENCIA DE CONTROL		
	Antiraya	I-GO-AR-03 I-GO-AR-04	Temperatura Aire Temp. Jabones Alcalinos Temperatura Enjuagues Temp. Agua Demi Temperatura de la Laca Conductividad de los Enjuagues y Agua Demi % de Sólidos de la Laca Flujo de los Enjuagues pH de los Jab. Alcalinos.	F-GO-AR-05 F-GO-AR-06	Operario de Antireflejo	2 veces al día (Mañana-Tarde)		Gráfico de Control
IC	Desarmado de Racks	I-GO-AR-05	Especificaciones Cosméticas	F-GO-AR-02 F-GO-AR-03	Auxiliar de Antireflejo	Cada Cristal	Especificaciones Cosméticas	Visual
IP	Curado	I-GO-AR-06	Temperatura Tiempo	F-GO-AR-06	Operario de Antireflejo		Espesor de la Capa Antiraya	
IP	Antireflejo	I-GO-AR-07		F-GO-AR-06 F-GO-AR-07	Operario de Antireflejo	Cada cristal	Superficie Fórmula Longitud de Onda Reflectancia	Visual

Almacenamiento | Operación | IP Operación Inspección de Producción | IC Operación Inspección de Calidad | Transporte | Operación Continua | Reproceso

Figura Nº 64-C. Plan de la calidad para el aseguramiento de la calidad de los procesos de Tallado y Antireflejo.

Factibilidad del plan.

La Factibilidad Operativa, se refiere a la capacidad de recursos de la Organización para llevar a cabo la implantación del plan para la mejora de los procesos operativos en la fabricación de lentes oftálmicos. El principal recurso es el humano, la organización los posee, pero debe fomentar sus capacidades para llevar a cabo la implementación del plan.

La alta gerencia y dirección debe conocer el plan, aprobando su implementación, reconociendo los beneficios de gestión y control que se logran al tenerlo, debe comunicar e informar a toda la organización los resultados de los indicadores del avance del proyecto y tomar decisiones a través de reuniones planificadas.

Se debe crear una visión de calidad en búsqueda del compromiso y mejor esfuerzo, formando equipos gerenciales y de proyectos, con adiestramiento al personal para fortalecer el conocimiento y las habilidades de gestión.

La organización debe fortalecer las herramientas gerenciales en la gestión de los proyectos, para el logro de las metas planteadas y la mejora continua. Se debe evaluar la implementación del plan para establecer las acciones de mejora del mismo. Se considera factible la implementación de este plan de mejora de los procesos bajo el enfoque "Cpk" en la planta de manufactura de Optica Caroní.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A continuación se presentan las conclusiones de esta investigación:

La organización en donde se desarrollo esta investigación, tiene la necesidad de crear planes que incentiven la mejora de sus procesos, la empresa es el representante de la marca de lentes Rodenstock "empresa Alemana" en Venezuela; se exige mantener los estándares de calidad en el producto. La tecnología utilizada para diseñar y realizar estos lentes es llamada Free Form, que significa forma libre. De esta manera resulta factible desarrollar esta investigación, cuando se busca aumentar la capacidad para cumplir los requisitos de la calidad.

Se desarrollaran cuatro objetivos para el logro del objetivo general, el cual fue: Diseñar un plan para la mejora de la calidad de los procesos operativos de la planta de manufactura de la organización.

Se realizó la identificación de los procesos que se realizan en la planta de manufactura de lentes oftálmicos, sirvió para entender claramente, las entradas y salidas de cada proceso, el funcionamiento de cada equipo, los instrumentos necesarios para la medición de variables y los instructivos que hacen mención a los formularios de registros de las mismas. Se realizaron observaciones directas sobre el proceso, se consultaron operarios y expertos, se acudió a la documentación existente en la compañía y se elaboraron diagramas del proceso.

Se evidencia comunicación, entre los operadores pertenecientes a la Gerencia de Operaciones, Control de Calidad y Servicio Técnico. Las opiniones fueron similares en la mayoría de los casos consultados.

Existe en algunos casos incumplimiento de los procedimientos de trabajo, el operador no usa las herramientas adecuadas y en algunos casos realizan tareas dentro de los procesos sin tener la debida capacitación y conocimiento del mismo.

Se lograron identificar las variables criticas en el proceso y en el producto, existe monitoreo, medición y registro de todas las identificadas. Sin embargo el análisis de las variables es escaso, no se tiene la inducción de cómo hacerlo y por tanto las medidas de acción para corregir en función de buscar las mejoras son escasas, llegando a ser poco asertivas.

Después de graficar las variables medibles y con datos históricos, se observo que están fuera de control estadístico, el índice de capacidad está por debajo del 1, por lo tanto el proceso es encontrado No Capaz.

De esta manera se ha determinado la necesidad de gestionar actividades para cumplir con los requisitos del proceso y de calidad del producto, diseñando un plan que mejore la calidad de los procesos operativos de la planta de fabricación de lentes oftálmicos, utilizando técnicas de control estadístico de proceso y la revisión de la capacidad en el proceso. El plan diseñado fue estructurado de la siguiente manera: objetivo, alcance, una serie de políticas y lineamientos necesarios para que tenga éxito, las actividades, los responsables de cada tarea, los indicadores de gestión, una estrategia de mejora bajo en enfoque de índice de capacidad de proceso ICP utilizando la herramienta "Gráficos de control", un cronograma de las actividades del plan y un plan de aseguramiento de la calidad dentro de este plan de mejora.

Se recomienda:

Realizar la implementación del diseño realizado, acatando el cronograma de actividades planteado, evaluar exhaustivamente los indicadores del plan, tomar medidas de acción inmediatas en caso de que los resultados sean no satisfactorios, realizar una investigación similar en el proceso de Montaje, dentro de la organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ambrosetti, A. (2007). *Diseño de una plan de la calidad para la instalación de establecimientos de salud ambulatoria – Nivel de atención II.* Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de: Magister Scientiarum Gerencia de Proyectos.

American National Standard for Ophthalmics –Recommendations. Prescription Ophthalmic Lenses. ANSI Z80.1-2005.

Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica.* (5° Edición). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Covenin. (2002). *Directrices para la implementación del control estadístico de proceso (CEP)- parte 1: Elementos del CEP.* Covenin 3777-1:2002. Caracas.

Covenin. (1995). *Graficos de Control de Shewhart.* Covenin 3140:1995 (ISO 8258:1991). Caracas.

Domínguez, A. (2006). *Diseño de un plan para la implementación de un sistema de mejora continua en una planta de de preparación de concentrados de refrescos y jugos.* Universidad Católica Andrés Bello, Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de: Ingeniero industrial.

Fernández, A. (2007). *Diseño de un plan para la mejora del proceso de S&OP (Sales and Operations Planning) de una empresa de consumo masivo.* Universidad Católica Andrés Bello, Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de: Especialista en Gerencia de Proyectos

Fondonorma. (2006). *Sistemas de la Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario, Fondonorma – ISO 9000: 2006.* (3ra revisión). Caracas.

López, E (2009). *Control estadístico de procesos.* Caracas. No publicado.

Project Management Institute PMI (2008). *Guía de los fundamentos de la dirección de Proyectos. (Guia del PMBOK)*, (4ta edición). Project Management Institute, Inc.

Hernández, Fernández y Baptista. (2003). *Metodología de la investigación.* (Tercera edición). México. Editorial Mc Graw Hill.

Oftálmica. Lentes terminadas sin biselar para gafas. Parte 2: especificaciones para lentes progresivas (ISO 8980-2:2004). España. Editada por AENOR.

Vasques y Gonzalez. (2009). *Mejora en la capacidad de los procesos de elaboración y envasado de bebidas carbonatadas, basadas en el control estadístico de procesos (CEP), de una planta embotelladora de bebidas*. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de: Ingeniero Industrial.

Valarino, Yaber y Cemborain. (2010). *Metodología de la Investigación Paso a Paso.* México. Editorial Trillas.

Vasquez, Romero y Hormiga. (2006). *Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Mejora de la Reflectividad en Laminación en frio de Sidor.* Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de: Especialista en Gestión Industrial.

Bibliografía del Material Consultado en Internet.

Tabla de registros en el grafico por atributos. Consultado el 10 de agosto de 2011 en: http://www.matematicasypoesia.com.es/Estadist/ManualCPE09p2.htm.

Grafico de control por atributos "np". Consultado el 10 de agosto de 2011 en: http://www.matematicasypoesia.com.es/Estadist/ManualCPE09p2.htm.

El ojo humano y sus partes. Consultado el 20 de agosto de 2011 en: http://www.google.co.ve/search?um=1&hl=es&biw=1317&bih=669&tbm=isch&sa=1&q=ojo+y+sus+partes&oq=ojo+y+sus+partes&aq=f&aqi=g6&aql=&gs_sm=e&gs_upl=18624l2320210l2378011611510l7l7l0l422l178113-1.1l2l0

Historia de los lentes oftálmicos. Consultado el 18 de agosto de 2011 en:

http://www.salonhogar.net/El_porque_de_las_cosas/historia_de_los_anteojos.htm

ANEXOS

Anexo Nº 1. Especificaciones mecánicas y ópticas en la inspección de los lentes.

Tabla Nº48. Tolerancias Opticas y mecánicas.

Standard nacional americano. Z80.1-2005: Borrador 9/4/04

Anexo D Resumen de tolerancia óptica y mecánica
(Informativo)

		MEDIDAS	PODER	TOLERANCIA	SECCIÓN	COMENTARIOS
Tolerancias Ópticas Generales	Poder de Dispersión Refractiva	Meridiano más alto	±0.00 D, ≤ ±6.500	± 0.13 D	5.1.1.1	
		Para VS y Multif	>±6.500	± 2%		2% del poder meridiano
		Meridiano más alto	±0.00 D, ≤ ±8.500	± 0.14 D	5.2.1.2	
		Para progresivos	>±8.000	± 2%		2% del poder meridiano
		Poder cilíndrico	±0.00 D, ≤ 2.000	± 0.13 D	5.1.1.1	
		Para VS y Multif	>2.25 D, ≤ 4.500	± 0.15 D		
			> 4.500	± 4%		2% del poder cilíndrico
		Poder cilíndrico	±0.00 D, ≤ 2.000	± 0.14 D	5.2.1.2	
		Para progresivos	>2.00 D, ≤ 3.500	± 0.18 D		
			> 3.500	± 5%		2% del poder cilíndrico
		Eje cilíndrico	±0.00 D, ≤ 8.250	± 14°	5.1.2	
			±0.25 D, ≤ 9.000	± 7°		
			±0.50 D, ≤ 9.750	± 5°		
			±0.75 D, ≤ 1.500	± 3°		
			> 1.500	± 2°		
	Positivo	Adherir potencia	≤ +4.000	± 0.12 D	5.2.3	
			> +4.000	± 5.18 D		
	Or	Prisma	±0.00 D, ≤ ±3.370	0.330	5.1.4	
		Ubicación del eje	> ±3.370	1.0 mm		
		Curva base		± 0.75 D	5.1.5	Cuando se especifique
Montaje Vidrio sencillo y multifocales	A Desplazamiento	MEDIDAS	PODER	TOLERANCIA	SECCIÓN	COMENTARIOS
		Prisma vertical	±0.00 D, ≤ ±3.370	0.330	5.2.3.1	
			> ±3.370	1.0 mm		
		Prisma Horizontal	±0.00 D, ≤ ±2.750	± 2.5mm Total	5.2.3.1	
			> ±2.750	3.675 Total		
	Segmento	Segmento Perpendicular		± 2°	6.2.4	Medido desde 180°
		Ubicación vertical		± 1.0mm	6.2.3.1	Cada lente
		Diferencia vertical		± 1.0mm		Entre Lentes
		Ubicación horizontal		± 2.5mm Total	6.2.3.1	Entre Lentes
Montaje	Punto de Ajuste	MEDIDAS	PODER	TOLERANCIA	SECCIÓN	COMENTARIOS
		Línea referencia de inclinación		± 2°	6.2.4	Medido desde 180°
		Ubicación vertical		± 1.0mm	6.2.3.2	Cada lente
		Diferencia vertical		± 1.0mm	5.2.1.1	Entre lentes
		Ubicación Horizontal		± 1.0mm/eje	6.2.3.2	Cada lente
Misceláneos		MEDIDAS	PODER	TOLERANCIA	SECCIÓN	COMENTARIOS
		Espesor Central		± 0.3mm	6.1.3	Cuando se especifique
		Tamaño de segmento		± 0.5mm	6.1.4	
		Alineación		1.00 D	6.2.2	Cilindro inducido al frente

Anexo N° 2. Especificaciones cosméticas en la inspección de los lentes.

8.11 Prueba o test de calidad física y apariencia

La inspección del lente debe conducirse fuera de un límite de luz tenue/brillante y sin la ayuda de una lupa o magnificador. Inspeccione el lente en un cuarto con un ambiente de alrededor 200 lux. Use un tubo fluorescente de un mínimo de 15W o una lámpara incandescente de al menos 40W. Posicione los lentes alrededor de unos 300 mm de la fuente de luz y vea a través del fondo oscuro.

NOTA 1: Esta observación es subjetiva y requiere de experiencia

NOTA 2: El diafragma está ajustado para proteger el ojo de la fuente de luz y permite al lente ser iluminado por la luz como se muestra en la figura anexa 4.

Figura N°65. Tolerancias para especificaciones cosméticas en los lentes

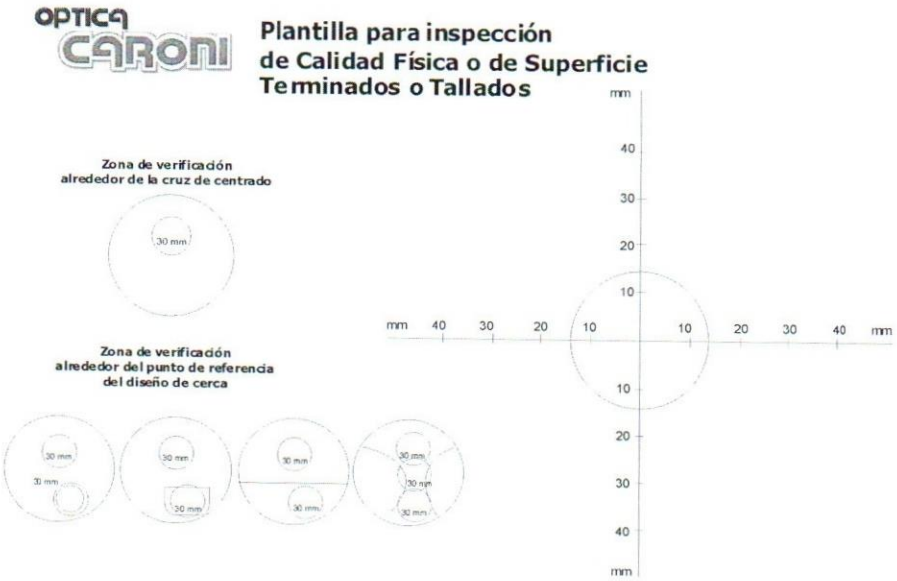


Figura N°66. Plantilla de inspección para especificaciones cosméticas en los lentes

Anexo N° 3. Interpretación de los resultados en los gráficos de control.

A continuación se explicará la manera de cómo interpretar un gráfico de control ante cualquier situación esperada cuando se aplica Control Estadístico en un proceso.

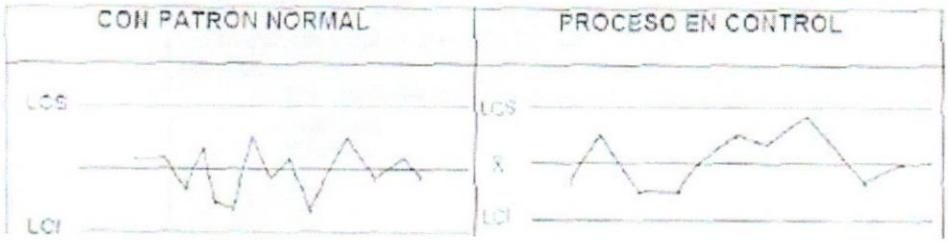


Figura N°67. Gráfico de Control cuando el proceso está dentro de Control

Para que un proceso tenga un comportamiento normal, la gráfica que describe el comportamiento de dicho proceso debe de tener las siguientes características: Se estima que 2 de cada 3 puntos estén situados en la línea central. Los puntos situados cerca de los límites de control son pocos ya que la mayoría de los puntos deben estar cercanos a la línea central. Existen casi la misma cantidad de puntos situados a ambos lados de la línea central. La secuencia de los puntos debe ser a uno y al otro lado de la línea central. Para que el proceso este dentro de control ningún punto puede estar situado fuera de los límites de control.

Para que un proceso se encuentre en control solamente pude existir variación normal en el proceso. Los puntos deben de seguir un patrón normal y caer dentro de los límites de control. El proceso debe de estar a su máximo de uniformidad. Si se desea mejorar el proceso, solamente se pueden realizar cambios en este como materiales, mano de obra, métodos, medio ambiente y máquinas.

A través de estas gráficas se desea que el proceso muestre poca variabilidad y que la data a graficar se encuentre entre los límites de control para asegurar un producto que cumpla con las especificaciones de calidad.

Una herramienta útil que sirve para identificar si un proceso se encuentra o no bajo control es el Método del Círculo, el cual consiste en mantener un conteo histórico de la data para detectar rápidamente el momento cuando el proceso se sale de control.

A continuación se encuentra un ejemplo en donde se puede visualizar varios puntos consecutivos encerrados en un círculo o un punto que se encuentra fuera de los límites de control.

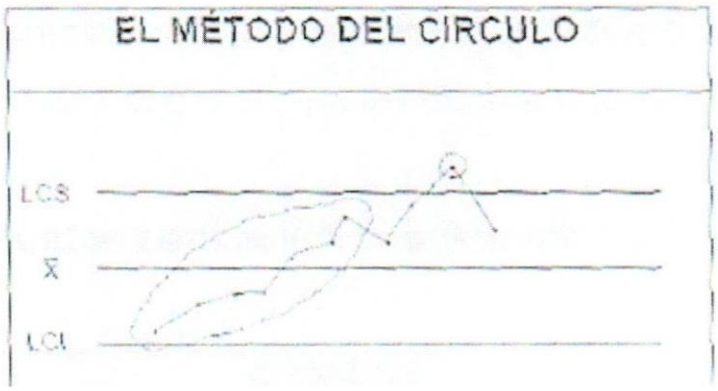


Figura N°68. Ejemplo del método del círculo

Se deben encerrar en un circulo todos los puntos que se encuentren fuera de los límites de control sigan un comportamiento especifico generando ciclos o corridas ya que ellos son síntomas de que el proceso está fuera de control y se debe tomar una acción para volver a colocar el proceso dentro de control.

A continuación se mostraran los casos que indican que un proceso se encuentra fuera de control.

Primera Regla: Puntos fuera de los Límites de Control.

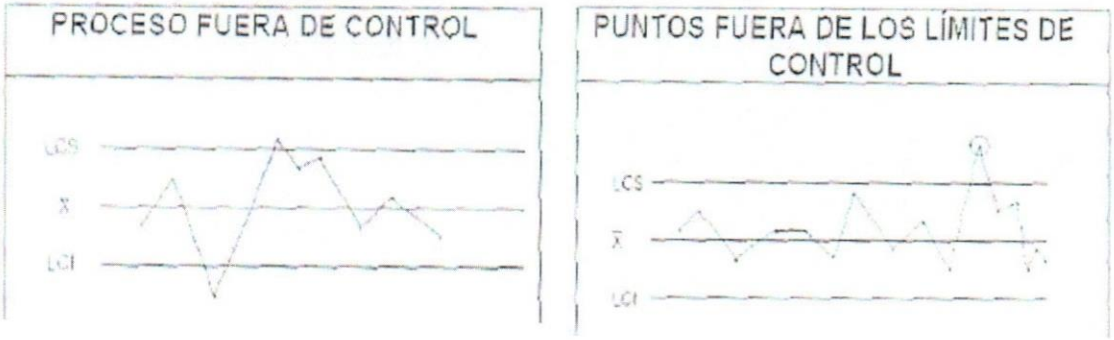


Figura N°69. Puntos fuera de los Límites de Control

El proceso se encuentra fuera de control cuando presenta una variación anormal, existen puntos que no caen dentro de los límites de control o simplemente no siguen un patrón normal. Para que el proceso este dentro de control se requiere de investigar las causas que ocasionaron este comportamiento anormal y eliminar o incorporar.

Si se detecta una corrida se debe investigar las causas que la generaron y eliminar o incorporar las causas directas.

Cuando el proceso sale de control, aumenta la probabilidad de obtener producto fuera de especificaciones por lo tanto es importante intervenir en el proceso hasta que se normalice.

Segunda Regla: Puntos consecutivos subiendo o bajando

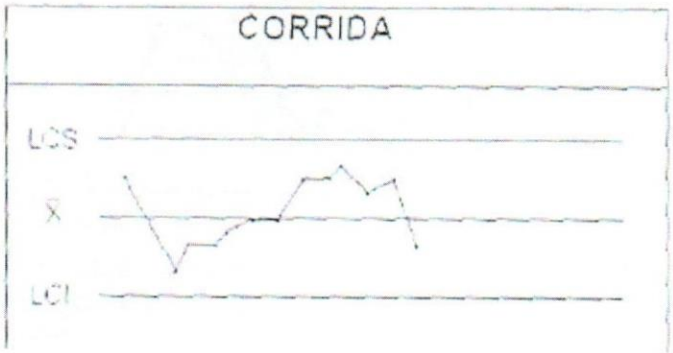


Figura N°70. Corridas dentro de un Gráfico de Control

Una corrida de 7 puntos hacia arriba o hacia abajo dentro de un Gráfico de Control es una señal de que el proceso no se encuentra en control.

Si 2 o más puntos consecutivos se encuentran al mismo nivel (empatados), entonces se contara el primer punto que este corriendo hacia arriba o hacia abajo.

Tercera Regla: Siete puntos por encima del Límite de Control Central

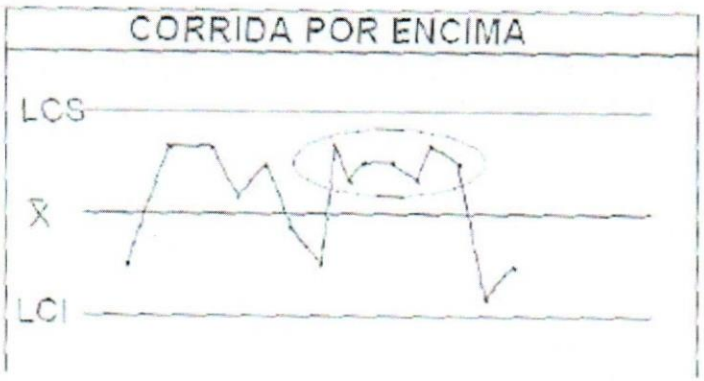


Figura N°71. Gráfico de control con una corrida por encima

Siete puntos consecutivos por encima de la línea central indican que el proceso no está en control. Cuando se está contando la corrida por encima de la línea central, todo punto en esa línea se debe ignorar, sencillamente no se cuenta.

Cuarta Regla: Siete puntos consecutivos por debajo del Límite de Control Central

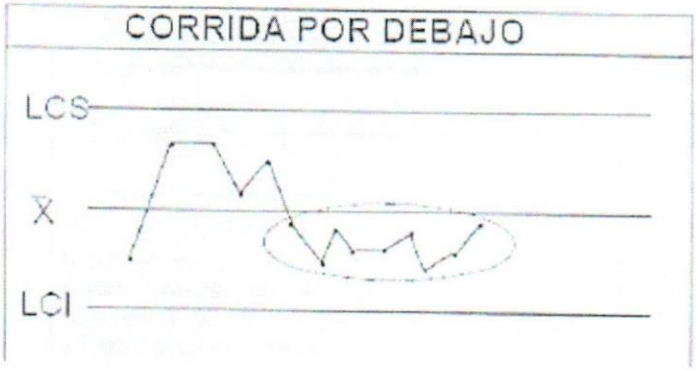


Figura N°72. Gráfico de control con una corrida por debajo

Siete puntos consecutivos por debajo de la línea central indican que el proceso no está en control. Cuando se está contando la corrida por debajo de la línea central, todo punto en esa línea se debe ignorar, sencillamente no se cuenta.

Quinta Regla: Abrazando la Línea o Límite Central

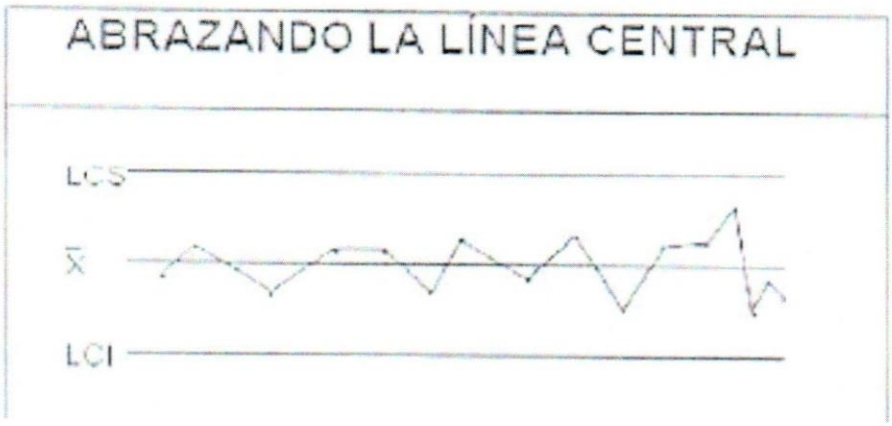


Figura N°73. Gráfico de Control con puntos abrazando la Línea Central

Cuando se habla de puntos abrazando la Línea Central indica que los puntos caen muy cerca de ello, y por lo tanto no hay suficientes puntos dispersos en los tercios centrales del gráfico.

Las posibles causas de este comportamiento son las siguientes:

- Falla en los controles automatizados dentro del proceso
- Error de cálculo
- No se están reportando los valores extremos
- Se redujo la variación del proceso
- Los Límites de Control están desactualizados

Sexta Regla: Ciclos

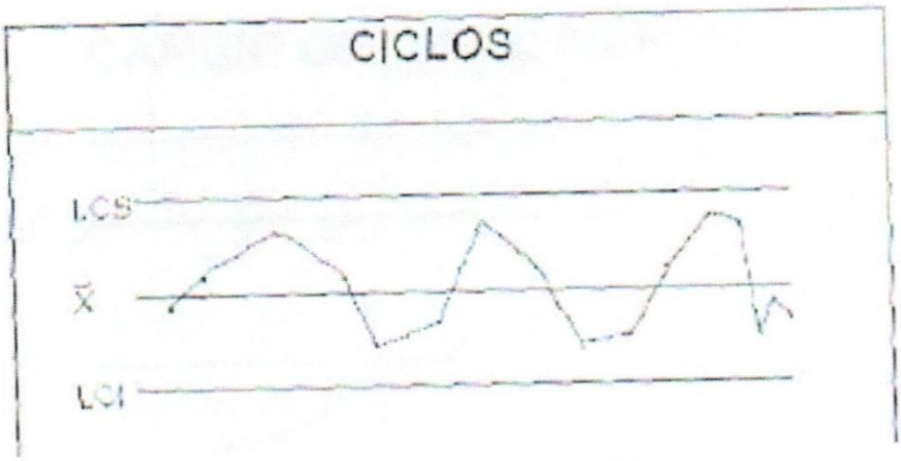


Figura N°74. Ciclos dentro de un Gráfico de Control

Los Ciclos aparecen en forma de olas con puntos altos y bajos consecutivamente. Las posibles causas que generan Ciclos dentro del proceso son las siguientes:

- Cansancio y recuperación del operador antes y después de tomar un descanso
- La frecuencia del mantenimiento preventivo
- Máquinas desgastadas
- Cambio de turnos
- Rotación periódica entre los operadores
- Sobre ajustes en las máquinas
- Cambio en la materia prima

Séptima Regla: Cambio Inesperado de Nivel

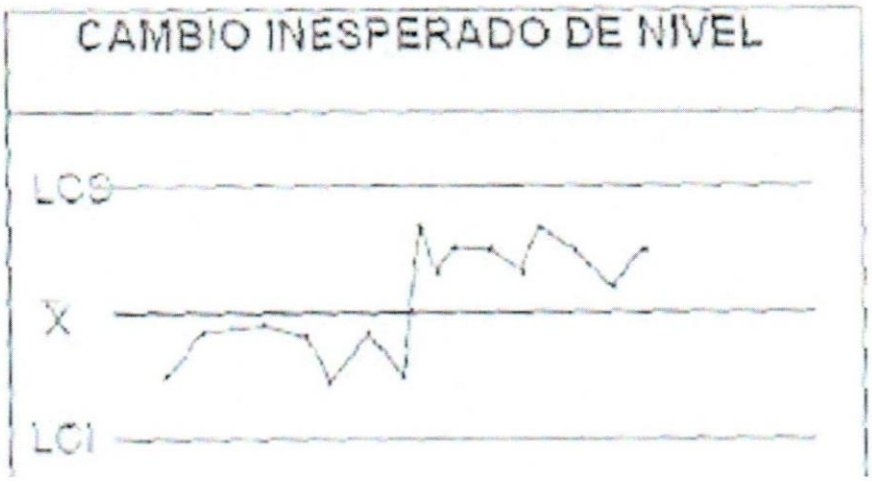


Figura N°75. Cambios inesperados de nivel dentro de un Gráfico de Control

Este cambio es uno solo pero abrupto. Para identificar las causas debemos tener varios registros del proceso ya que no pasa seguido. Sus posibles causas son las siguientes:

- Cambios en los procedimientos de operación
- Cambio en el Set Point o materiales
- El respectivo mantenimiento de la máquina
- Operador nuevo o sin experiencia
- Cambios anteriores realizados en al proceso

Octava Regla: Cambio Gradual de Nivel:

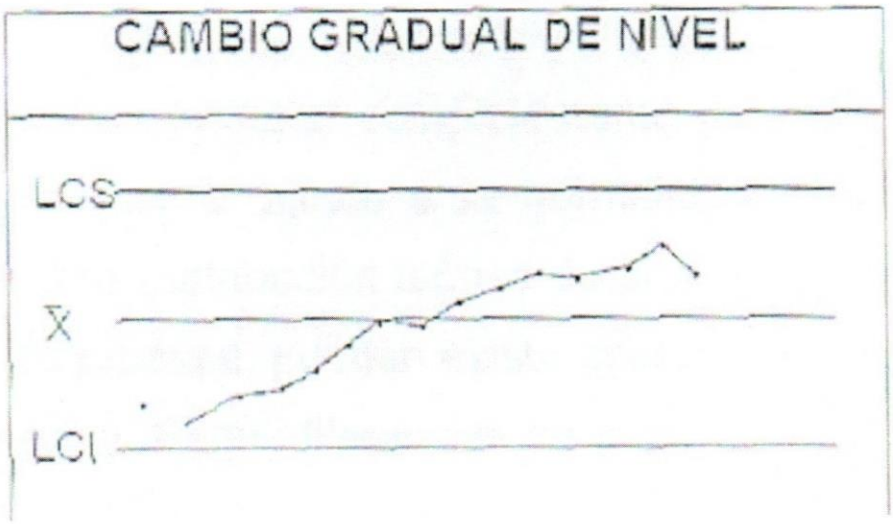


Figura N°76. Cambio Gradual de nivel en un Gráfico de Control

Un cambio gradual de nivel es un cambio lento hacia un nivel del proceso. Una vez que se alcanza el nivel, la causa cesará y para poder identificarla, debemos investigar el período de tiempo en el cual el cambio ocurrió.

Las posibles causas de un cambio gradual son las siguientes:

- Cambio anterior en el proceso
- Cambio en algún procedimiento de operación
- Cambio en los materiales
- Cambios realizados en el mantenimiento

Anexo Nº 4. Tabla de factores para calcular líneas de gráficos de control.

Tabla Nº49. Factores para el cálculo de las líneas de control

TABLA 2. FACTORES PARA CALCULAR LINEAS DE GRAFICOS DE CONTROL

OBSERVACIONES EN SUBGRUPO n	FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL											FACTORES PARA LINEA CENTRAL			
	A	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_1	D_2	D_3	D_4	C_4	$1/C_4$	d_2	$1/d_2$
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0164	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2787
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544

FUENTE: ASTM, Filadelfia, E.U.A.

Anexo Nº 5. Listas de formularios e instructivos en los procesos de manufactura de lentes de Óptica Caroní.

OPTICA CARONI	Lista de Formulario utilizados en los procesos del Laboratorio Quorum	Revisión Nº:	00
		Página Nº:	Página 1 de 2

LABORATORIO DE TALLADO (LB)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTACION DE TRABAJO	ULTIMA REVISIÓN
F-GO-LB-01	Formulario de control de las variables de los VFT ULTRA y VFT ORBIT de la línea SATISLOH	LABORATORIO TALLADO	
F-GO-LB-02	Formulario de control de las variables de las AUTOFLEX y la DUOFLEX De la línea SATISLOH	LABORATORIO TALLADO	
F-GO-LB-03	Formulario para el control de verificación de punto en centro de los cristales tallados por los VFT ULTRA y el VFT ORBIT	GENERADO FREE-FORM	

LABORATORIO DE ANTIRREFLEJO (AR)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTACION DE TRABAJO	ULTIMA REVISIÓN
F-GO-AR-01	Formulario de control de materiales procesados en el departamento de antirreflejo	ARMADO DE CESTAS	
F-GO-AR-02	Formulario de control de materiales reprocesados en la FISA en el departamento de antirreflejo	DESARMADO DE CESTAS	
F-GO-AR-03	Formulario de control de materiales reprocesados por spinning en el departamento de antirreflejo	ANTIRAYA SPINNING	
F-GO-AR-04	Formulario de las condiciones de operación de la máquina FISA Lavado en el departamento de antirreflejo	LAVADO FISA	
F-GO-AR-05	Formulario de las condiciones de operación de la máquina FISA dipping en el departamento de antirreflejo	ANTIRAYA DEEPING	

Laboratorio Quorum	Gerencia De Control de Calidad	28-10-2011

Figura Nº77. Lista de formularios utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)

OPTICA CARONI	Lista de Formulario utilizados en los procesos del Laboratorio Quorum	Revisión N°:	00
		Página N°:	Página 2 de 2

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTACION DE TRABAJO	ULTIMA REVISIÓN
F-GO-AR-06	Formulario de evaluación de la capa de antireflejo y antirraya clara	ANTIRAYAS ANTIREFLEJO	
F-GO-AR-07	Formulario de las condiciones de operación de la máquina SYRUS 1 en el departamento de antireflejo	ANTIREFLEJO	

Laboratorio Quorum	Gerencia De Control de Calidad	28-10-2011

Figura N°78. Lista de formularios utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)

Lista de instructivos utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo es la siguiente:

En Tallado:

OPTICA CARONI	Lista de Instructivos de Operación Laboratorio Quorum	Revisión N°:	00
		Página N°:	Página 1 de 3

LABORATORIO DE TALLADO (LB)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTACION DE TRABAJO	ULTIMA REVISIÓN
I-GO-LB-01	Instructivo para la operación de la AUTOTAPER para colocación del Tape protector a los lentes.	Tape	
I-GO-LB-02	Instructivo para la operación de la LAYOUT BLOCKERS PAR para el bloqueo de los lentes.	Bloqueo	
I-GO-LB-03	Instructivo para la operación de los generadores VFT ULTRA Y VFT ORBIT para el corte de los lentes.	Generado FREE-FORM	
I-GO-LB-04	Instructivo para la operación de la Calibración del VFT ULTRA y el VFT ORBIT.	Generador FREE-FORM	
I-GO-LB-05	Instructivo para la operación de la LOH TORO 2 SL para el Lijado de los lentes convencionales.	Lija CONVENSIONAL	
I-GO-LB-06	Instructivo para la operación de la AUTOFLEX y la DUOFLEX para el pulido de los lentes.	Pulido FREE-FORM	
I-GO-LB-07	Instructivo para la operación de la LOH TORO 2 SL para el pulido de los lentes convencionales.	Pulido CONVENSIONAL	
I-GO-LB-08	Instructivo para la operación de la LOH TORO 2 SL para el pulido de los lentes convencionales.	Marcado Laser	
I-GO-LB-09	Instructivo para la operación del desbloqueo de los lentes.	Desbloqueo	
I-GO-LB-10	Instructivos para la operación de lavado de los lentes.	Lavado	

Laboratorio Quorum	Gerencia De Control de Calidad	28-10-2011

Figura N°79. Lista de instructivos utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 1)

En Antireflejo:

OPTICA CARONI	Lista de Instructivos de Operación Laboratorio Quorum	Revisión N°:	00
		Página N°:	Página 2 de 3

LABORATORIO DE ANTIRREFLEJO (AR)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTACION DE TRABAJO	ULTIMA REVISIÓN
I-GO-AR-01	Instructivos para la operación de el armados de cestas de lentes a procesar por la FISA.	Armado de Cestas	
I-GO-AR-02	Instructivo para la operación de la FISA para el lavado de cristales.	Lavado FISA	
I-GO-AR-03	Instructivo para la operación de la FISA para la aplicación de la capa Antirayas en los lentes mediante el método de Dipping.	Antirayas FISA	
I-GO-AR-04	Instructivo para la operación de la ULTRA OPTICS para la aplicación de la capa Antirayas en los lentes mediante el método de Spinning.	Antirayas SPINNING	
I-GO-AR-05	Instructivo para la operación de desarmado de cestas de lentes procesados por la FISA.	Desarmado de Cestas	
I-GO-AR-06	Instructivo para la operación de los hornos para el curado y desgasificación de los lentes procesados.	Curado en Hornos	
I-GO-AR-07	Instructivos para la operación de la SYRRUS para la aplicación de la capa Antireflejo en los lentes.	Antireflejos SYRRUS	

Laboratorio Quorum	Gerencia De Control de Calidad	28-10-2011

Figura N°80. Lista de instructivos utilizados en los procesos de Tallado y Antirefejo (parte 2)