



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE RECUBRIMIENTOS
ANTIRREFLEJOS EN UNA EMPRESA FABRICANTES DE LENTES
OFTALMOLÓGICOS**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Gary Andres Chanataxi Cuichan

Tutor

Msc. Ron Valenzuela Pablo Elicio Ing.

QUITO– ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Gary Andres Chanataxi Cuichan declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**Mejora del Proceso en el Área de Recubrimientos Antirreflejos en un Empresa Fabricantes de Lentes Oftalmológicos**”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito a los 6 días del mes de mayo de 2025, firmo conforme:

Autor: Gary Andres Chanataxi Cuichan.

Firma:

Número de Cédula: 1726734914

Dirección: Pichincha, Quito, Cochapamba, San Carlos.

Correo Electrónico: gchanataxi@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0987356516

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**Mejora del Proceso en el Área de Recubrimientos Antirreflejos en un Empresa Fabricantes de Lentes Oftalmológicos**” presentado por Gary Andres Chanataxi Cuichan para optar por el Título de Ingeniería Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 6 de mayo del 2025

.....

Msc. Ron Valenzuela Pablo Elicio Ing.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 6 de mayo del 2025

.....

Gary Andres Chanataxi Cuichan

1726734914

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE RECUBRIMIENTOS ANTIRREFLEJOS EN UNA EMPRESA FABRICANTES DE LENTES OFTALMOLÓGICOS, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 6 de mayo del 2025

.....

Msc. Espejo Viñán Hernan Fabricio

LECTOR

.....

Msc. Alexis Suárez del Villar Labastida

LECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación la quiero dedicar a todas las personas que me han apoyado Gracias... Realmente Gracias donde sea que estén sin importar lo lejos que estén, sin importar el tiempo que pase los recuerdos de aquellos días nunca desaparecerán. Es gracias a ustedes que puedo salir con confianza a partir de mañana. "Tienes que tener paciencia como perseverancia y saber a dónde quieres llegar y conservar la pasión para seguir creyendo en tu idea aun cuando todos piensen lo contrario... Pero tú sabes que si sucederá y nunca renuncias a la idea"

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a toda mi familia en especial a mi madre, padre por confiar en mi al apoyarme en todo el transcurso de mi vida por la universidad. Agradezco a mis profesores que me han apoyado desde el primer semestre hasta el último; por toda la orientación académica.

Doy mi más sincero agradecimiento a la empresa Indulentes por brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de titulación en sus instalaciones. De igual forma, expreso mi profundo agradecimiento a todos los miembros del laboratorio digital por su disposición y el apoyo brindado durante todo este proceso.

En especial, extiendo mi gratitud al ingeniero Víctor León, jefe de planta, y al ingeniero Obando Esteban, por su apoyo, tiempo y por haber depositado su confianza en mí, ya que su acompañamiento fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

Contenido

TEMA:	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
Introducción.....	1
<i>Antecedentes:</i>	4
<i>Justificación:</i>	6
Objetivos:.....	8
Objetivo general:.....	8
Objetivos Específicos:.....	8
CAPÍTULO II	9
Ingeniería Del Proyecto	9
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa	9
Las lentes oftálmicas.....	12
Procesos para la fabricación de lentes oftalmológicas.....	13

Procesos que se llevan a cabo.	27
Desarrollo de la herramienta de los 5 ¿Por qué?	39
Área de estudio:	44
Modelo operativo	45
CAPÍTULO III	48
Propuesta y resultados esperados.....	48
Presentación de la propuesta.	48
Actualizar de procesos	48
1. Introducción	51
2. Objetivo.....	51
3. Alcance	52
3.1 Misión.....	52
3.2 Visión	52
3.3 Promesa	52
4. Términos y definiciones.....	52
5. Responsables.....	53
6. Procedimiento	54
6.1 Control de calidad.	55
6.2. Clasificación de lunas.....	61
6.3 Limpieza de lunas.....	67
7. Mejora	80
Resultados esperados:	81
Cronograma de actividades para implementar la propuesta	82
Análisis de costos.....	85
CAPITULO IV	86
Conclusiones y Recomendaciones	86
Conclusiones:	86
Recomendaciones:.....	87
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	1
Tabla 2	19
Tabla 3	24
Tabla 4	28
Tabla 5	32
Tabla 6	34
Tabla 7	44
Tabla 8	56
Tabla 9	57
Tabla 10	64
Tabla 11	64
Tabla 12	65
Tabla 13	71
Tabla 14	82
Tabla 15	85
Tabla 16	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	11
Figura 2.....	12
Figura 3.....	13
Figura 4.....	14
Figura 5.....	16
Figura 6.....	16
Figura 7.....	17
Figura 8.....	18
Figura 9.....	20
Figura 10.....	21
Figura 11.....	22
Figura 12.....	25
Figura 13.....	26
Figura 14.....	29
Figura 15.....	29
Figura 16.....	30
Figura 17.....	31
Figura 18.....	31
Figura 19.....	32
Figura 20.....	32
Figura 21.....	33
Figura 22.....	36
Figura 23.....	37
Figura 24.....	37
Figura 25.....	38
Figura 26.....	38
Figura 27.....	40
Figura 28.....	45
Figura 29.....	55
Figura 30.....	58
Figura 31.....	60
Figura 32.....	61

Figura 33.....	62
Figura 34.....	68
Figura 35.....	68
Figura 36.....	69
Figura 37.....	76
Figura 38.....	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	35
Ilustración 2	35
Ilustración 3	36
Ilustración 4	59
Ilustración 5	59
Ilustración 6	65
Ilustración 7	66
Ilustración 8	67
Ilustración 9	71
Ilustración 10	72
Ilustración 11	73
Ilustración 12	74
Ilustración 13	75
Ilustración 14	75
Ilustración 15	76
Ilustración 16	78
Ilustración 17	79

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	91
ANEXO 2	92
ANEXO 3	93
ANEXO 4	93
ANEXO 5	94
ANEXO 6	95
ANEXO 7	95
ANEXO 8	95
ANEXO 9	97
ANEXO 10	104
ANEXO 11	104
ANEXO 12	105
ANEXO 13	106

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE RECUBRIMIENTOS

ANTIRREFLEJOS EN UNA EMPRESA FABRICANTES DE LENTES

OFTALMOLÓGICOS

AUTOR: Gary Andres Chanataxi Cuichan

TUTOR: Msc. Ron Valenzuela Pablo Elicio Ing.

RESUMEN EJECUTIVO

Para una empresa oftalmológica, es fundamental contar con estándares actualizados en la fabricación de lunas, donde tanto la eficiencia como la calidad son aspectos cruciales en productos diseñados para mejorar la calidad de vida visual de quienes usan lentes.

La mejora en los procesos de fabricación de lentes oftálmicos, especialmente en áreas críticas como la aplicación del antirreflejo (AR), es esencial, y el control de calidad debería ser más riguroso. Uno de los principales desafíos es reducir la cantidad de rectificaciones en las lunas, siendo las más comunes los rayones, poros, suciedad y huellas dactilares.

Para mitigar estos problemas, se ha desarrollado una propuesta de actualización del manual de procesos, estableciendo criterios más estrictos en la inspección de las lunas que ingresan al área de antirreflejo. El objetivo es detectar imperfecciones antes de que pasen a la siguiente fase de producción, donde se aplicará el tratamiento antirreflejo.

Además, se ha considerado una nueva clasificación del tipo de lunas fabricadas por la empresa, diferenciando entre lunas cortadas y lunas enteras. Esta clasificación facilitará la identificación de aquellas que requieren mayor atención durante la limpieza para eliminar cualquier impureza. La eliminación de estas impurezas es fundamental para evitar el desprendimiento prematuro del antirreflejo y reducir la cantidad de lunas defectuosas que requieren reprocesos. De esta manera, se garantizará la producción de productos de alta calidad, permitiendo a la empresa consolidarse como líder en la industria óptica.

DESCRIPTORES: Antirreflejo, control de calidad, rectificaciones, defectos.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**TEMA: IMPROVEMENT OF THE PROCESS IN THE ANTI-REFLECTIVE
COATING AREA IN A COMPANY MANUFACTURING OPHTHALMIC
LENSES**

AUTOR: Gary Andres Chanataxi Cuichan

TUTOR: Ing. Pablo Valenzuela Pablo Elicio MSc.

ABSTRACT

For an ophthalmic company, it is essential to have updated standards in lens manufacturing, where efficiency and quality are crucial aspects of products designed to enhance the visual quality of life for those who wear glasses. Improving ophthalmic lens manufacturing processes, especially in critical areas such as the application of antireflective (AR) coating, is essential, and quality control should be more rigorous. One of the main challenges is reducing the number of rectifications in the lenses, with the most common issues being scratches, pores, dirt, and fingerprints. To mitigate these problems, a proposal has been developed to update the process manual, establishing stricter criteria for inspecting lenses entering the anti-reflective area. The objective is to detect imperfections before they move on to the next phase of production, where the anti-reflective treatment will be applied.

Additionally, a new classification of the types of lenses manufactured by the company has been considered, differentiating between cut and whole lenses. This classification will facilitate the identification of those requiring greater attention during cleaning to remove any impurities. Removing these impurities is essential to prevent premature detachment of the anti-reflective coating and to reduce the number of defective lenses that require reprocessing. In this way, producing high-quality products will be ensured, allowing the company to establish itself as a leader in the optical industry.

KEYWORDS: Anti-Reflective, Quality, Optical Industry

ANEXO 13 (Aprobación de abstract por departamento de idiomas)

CAPÍTULO I

Introducción

En los últimos años se ha visto un aumento de las enfermedades oculares en la población en donde la miopía, hipermetropía, cataratas, síndrome del ojo seco, astigmatismo, entre otras, hay casos en donde las personas que no se han tratado con médicos especialistas oftalmólogos pueden adquirir una ceguera progresiva con el paso del tiempo; por lo tanto se creó una lista de los 10 países con mayor número de personas que presentan pérdida de la visión que muestra la siguiente **Tabla 1** (IAPB, 2020).

Tabla 1

Los 10 países con mayor número de personas con pérdida de visión en el 2020

País	Total, con		Moderado		Visión	
	pérdida de	Ceguera	a severo	Nivel	cercana	Población
	visión					
India	275.0	9.2	79.0	49.1	137.7	1,422
China	274.3	8.9	51.9	57.7	155.7	1,426
Indonesia	34.9	3.7	10.8	11.5	8.9	265
Rusia	28.6	0.6	8.0	3.7	18.5	146
Brasil	26.6	1.8	10.0	8.3	8.6	217
Bangladesh	26.3	0.9	7.5	4.2	14.0	161
Pakistán	26.3	1.8	8.5	6.0	10.1	226
Nigeria	24.3	1.3	5.3	7.8	9.9	226
EE.UU.	16.4	0.6	6.7	4.6	4.4	331
México	16.0	0.5	4.7	4.4	6.4	132

Nota: La cantidad esta expresada en millones, la tabla fue recreada por el autor basado en (IAPB, 2020).

En Ecuador, se **estima** que 1,925,225 personas padecen algún problema ocular grave, entre los cuales las enfermedades más comunes registradas son la hipermetropía, las cataratas, el astigmatismo y la miopía, entre otras (IAPB, 2020). Aun que buena parte de la población ecuatoriana utiliza lentes por decisión propia, sin presentar problemas visuales agudos, como una forma de prevención y control de enfermedades oculares. Entre las más frecuentes se encuentran los cambios en la agudeza visual, también conocidos como modificaciones en la graduación de los ojos, tales como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo (Lookvision, 2024).

La industria óptica ha evolucionado significativamente en las últimas décadas gracias a los avances tecnológicos, que han mejorado tanto la calidad como la accesibilidad de los lentes oftálmicos a nivel mundial. Con ello, el crecimiento en la demanda de soluciones visuales, el aumento en el uso de dispositivos electrónicos que emiten luz azul y la mayor conciencia sobre la salud visual en la población han llevado a que las empresas fabricantes de lunas oftálmicas optimicen sus procesos en la producción (Lentesplus.com, 2024). La fabricación de estos productos ya no responde únicamente a necesidades médicas; hoy en día, el mercado también exige lentes más resistentes, ligeros y con tratamientos especializados: AR (clásico), SHF, EasyPro, Rock, Optifog y Sapphire (Essilor, 2024).

Por esta razón la estandarización y mejora de los procesos de producción son fundamentales para garantizar la calidad del producto final, considerando que cada luna es única, ya que se personaliza según las necesidades oftalmológicas de cada persona. Lo

cual cada etapa, desde la selección de materiales pasando por el pulido, el tratamiento antirreflejo y el ensamblaje, debe seguir protocolos estrictos para minimizar defectos y rectificaciones, asegurando así un producto de alta calidad. La implementación de controles rigurosos, tanto internos como externos, es clave para reducir reprocesos, evitar el desperdicio de materia prima y garantizar la satisfacción del cliente final (Indulentes, 2024) .

El control de los procesos dentro de una fábrica oftalmológica es crucial para evitar imperfecciones en las lunas, siendo los defectos más comunes los rayones, poros, huellas o contaminantes dentro del ambiente que pueden comprometer la calidad y funcionalidad del producto. En especial, las lunas sometidas al tratamiento antirreflejo requieren un mayor cuidado, ya que esta es una de las fases más delicadas del proceso en la fabricación de lentes. Cualquier impureza en la superficie de la luna puede afectar la adherencia y durabilidad del recubrimiento antirreflejo, reduciendo su efectividad.

Por esta razón, la actualización constante de los procedimientos y la documentación adecuada de cada proceso son esenciales dentro de la empresa fabricante de lentes. Esto no solo facilita la capacitación del personal, ya que también permite mantener estándares de calidad que pueden evolucionar con el paso del tiempo (WHO, 2023).

Antecedentes:

La industria oftalmológica ha evolucionado con el paso de los años, gracias a la implementación de nuevas tecnologías y a la mejora continua de los procesos productivos. En la fabricación de lentes oftálmicos, resulta fundamental asegurar la eficiencia y calidad del producto final que llega al cliente. Cada etapa del proceso es clave, ya que permite garantizar productos duraderos y visualmente eficaces. Estudios en el campo de la óptica han demostrado que una adecuada gestión de la producción contribuye directamente a mejorar el desempeño operativo y a reducir errores en el proceso de fabricación (Santos, 2023).

La mejora de áreas críticas, como el recubrimiento antirreflejo, representa una prioridad para los laboratorios ópticos que trabajan con este tratamiento. El recubrimiento antirreflejo no solo mejora la estética de las lunas, sino que también optimiza la visión al reducir los reflejos producidos por fuentes de luz externas. No obstante, la calidad y la vida útil de esta capa dependen, en gran medida, de una correcta aplicación del tratamiento y del estado de la superficie sobre la que se coloca. Según (CASTRO, 2007), la calidad del recubrimiento está directamente relacionada con el procedimiento de limpieza, la tecnología empleada y los controles de calidad aplicados.

La aplicación de estándares como la norma ISO 9001:2015 ha demostrado ser efectiva para mejorar la satisfacción del cliente en el sector óptico, promoviendo una cultura de mejora continua y garantizando la estandarización de los procesos (LÁZARO, 2020). Asimismo, la optimización de etapas como el tallado, el pulido y la limpieza ha sido objeto de estudio, con el fin de minimizar defectos y mejorar la calidad del producto final (Hoyos-Fernández, 2020) .

Por otro lado, investigaciones centradas en el diseño y la fabricación de lentes mediante tecnologías como el moldeo por inyección han evidenciado la importancia de controlar variables críticas para evitar defectos ocasionados por contaminantes dentro del área de trabajo, los cuales afectan directamente la calidad de la luna (Vanek, 2024). De igual forma, (Massa, 2019) destaca la relevancia de contar con indicadores precisos que permitan medir el impacto de las mejoras implementadas en los procesos de producción en laboratorios oftalmológicos.

Los recursos técnicos y divulgativos también han sido valiosos para comprender en profundidad cada fase del proceso de fabricación, desde la selección del material hasta la aplicación de tratamientos antirreflejos (Wetzlich, 2024). Esto permite a las empresas desarrollar procesos más eficientes y centrados en las necesidades del cliente final.

Actualmente, algunas empresas fabricantes de lentes oftálmicos han presentado un incremento en el número de fallas en las lunas, lo que ha generado un aumento en los reprocesos. Las fallas más comunes incluyen rayones, pequeñas grietas o picaduras en una o ambas caras de la lente. Si bien algunas de estas imperfecciones pueden corregirse con la aplicación del recubrimiento antirreflejo, en otros casos es necesario volver a pulir la superficie para eliminar el defecto por completo.

Cabe mencionar que una de estas empresas realizó la actualización de sus procesos hace varios años, con el asesoramiento de su empresa matriz, también dedicada a la fabricación de lentes. Sin embargo, desde entonces no se ha actualizado oficialmente el Manual de Procesos, lo que representa una limitación frente a la evolución tecnológica y a las exigencias actuales del mercado.

Todos estos antecedentes evidencian la importancia de mejorar los procesos en el área de recubrimientos antirreflejos, ya que se trata de una etapa clave para garantizar la calidad de los lentes oftálmicos, aumentar la competitividad de la empresa y asegurar la satisfacción del cliente mediante productos duraderos, personalizados y tecnológicamente avanzados.

Justificación:

La empresa fabricante de lentes oftálmicos ha mostrado avances significativos desde inicios del año 2010, cuando se construyó oficialmente la fábrica y se adquirió nueva maquinaria para satisfacer la creciente demanda del mercado en ese entonces. Este crecimiento motivó la expansión del área de recubrimientos antirreflejos, la cual también adoptó nuevos métodos de trabajo para hacer frente al incremento de la producción. En el año 2017, una auditoría general recomendó actualizar los procesos de fabricación de lentes cada cinco años, con el objetivo de mantener la calidad del producto y mejorar la eficiencia operativa.

Importancia. Actualmente, los procedimientos aplicados en el área de recubrimientos antirreflejos son considerados desactualizados frente a los nuevos estándares establecidos por la empresa matriz. Esta situación ha generado un aumento de reprocesos, principalmente por fallas en la adherencia del tratamiento antirreflejo, ocasionadas por contaminantes presentes en la superficie de las lunas antes de ingresar a los hornos de vacío donde se aplica la capa antirreflejo.

Impacto. La actualización de los procesos en esta área permitirá mejorar la calidad del tratamiento aplicado, reducir la tasa de reprocesos, optimizar los recursos y, al mismo tiempo, aumentar la satisfacción del cliente final al recibir lentes oftálmicos de mayor calidad.

Utilidad. Esta propuesta facilitará la implementación de procedimientos más actualizados y eficientes, especialmente en la etapa de limpieza de las lunas, la cual es clave para garantizar la durabilidad del recubrimiento antirreflejo. Además, el nuevo manual servirá como herramienta para la capacitación del personal y como documento de consulta ante cualquier duda en el proceso.

Beneficiarios. Los principales beneficiarios serán los trabajadores del área de recubrimiento antirreflejo, el equipo de control de calidad y los clientes finales, quienes recibirán un producto confiable. Asimismo, la empresa se beneficiará al reducir el porcentaje de lunas con reprocesos, lo que mejora su eficiencia y rentabilidad.

Factibilidad. La implementación de esta propuesta es factible, ya que la empresa matriz ha establecido nuevos lineamientos que pueden adaptarse al contexto operativo local. Además, se cuenta con los recursos humanos y técnicos necesarios para actualizar los procedimientos sin comprometer la producción de lentes oftálmicos.

Objetivos:

Objetivo general:

Mejorar el proceso del área de recubrimientos antirreflejo, a través de la actualización de procedimientos internos en la empresa fabricantes de lentes oftalmológicos reduciendo la cantidad de lunas defectuosas.

Objetivos Específicos:

- Describir las fallas en las lunas del área Antirreflejo mediante visitas in situ con el fin de indagar la información cualitativa y cuantitativa que tiene la empresa.
- Analizar las causas que generan fallas en las lunas dentro del área de antirreflejo mediante la aplicación de herramientas de ingeniería en la empresa para detectar fallas en los procesos.
- Desarrollar una propuesta de mejora con tres procedimientos operativos para el área de antirreflejo disminuyendo la cantidad de lunas defectuosas.

CAPÍTULO II

Ingeniería Del Proyecto

Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

Hoy en día, la empresa fabricante de lentes oftálmicos ha experimentado un crecimiento en su giro de negocio dentro del sector de la salud visual en Ecuador, impulsado por el aumento de la conciencia sobre el cuidado ocular por parte de sus clientes. Las personas con enfermedades oftalmológicas diagnosticadas han optado por adquirir lentes a la medida para prevenir daños a largo plazo en sus ojos (Visionyoptica, 2022). El uso constante de dispositivos electrónicos con pantalla, como laptops, teléfonos, tablets, relojes inteligentes y televisores, expone a los usuarios a la luz azul, la cual puede ser perjudicial para la salud visual si la exposición es prolongada. Además, la falta de una iluminación adecuada en los espacios de trabajo y hogar también puede afectar la visión. Por estas razones, la salud visual se ha vuelto un tema de mayor importancia en la actualidad, en comparación con décadas pasadas (Ludwig, 2023).

No obstante, no todos los anteojos son iguales, ya que hoy en día existe una gran variedad de opciones para elegir según las necesidades del cliente. Estas pueden variar en el tipo de marco seleccionado, así como en las características de las lunas, tales como su medida, donde la superficie del cristal base puede presentar una mayor o menor curvatura esférica y cilíndrica, además del eje correspondiente. Las especificaciones de cada luna dependen del examen visual realizado previamente al cliente. En cuanto al material, las lunas pueden fabricarse en cristal, plástico o policarbonato, siendo estos dos últimos los más comunes y recomendados para el uso diario. El color de las lunas también varía, existiendo diferentes tintes como negro, marrón, verde piloto, verde zafiro, azul, rojo y amarillo, entre otros. Cabe destacar que el tinte de las lunas se clasifica en categorías: la 'clase 0' permite la transmisión del 85 % de la luz, mientras que la 'clase 4' reduce la

transmisión al 15 %, ofreciendo una mayor oscuridad. Además, los lentes fotosensibles pueden cambiar de tonalidad según la exposición a la luz solar, siendo esta última una de las opciones más populares entre los usuarios (Genua, 2021).

Se ofrece a los clientes la opción de agregar un recubrimiento antirreflejo a las lunas, entre los cuales se encuentran: AR (clásico), Rock, Optifog, SHF, EasyPro y Sapphire. Cada uno de estos cumple funciones específicas, siendo Sapphire el más valorado por los compradores gracias a su tecnología Blue UV Filtre, que actúa como filtro de luz azul y rayos UV. Este recubrimiento ayuda a reducir la fatiga visual, mejorar la percepción de los colores y brindar mayor protección contra la luz azul emitida por pantallas y la luz natural (Center, 2023).

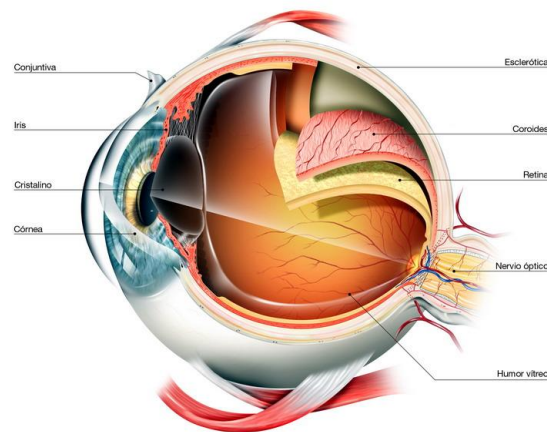
Para comprender cómo la capa antirreflejo mejora la visión de las personas que usan lentes, es fundamental conocer el funcionamiento del ojo humano. Este órgano fotorreceptor se encarga de captar los rayos de luz del entorno y transformarlos en impulsos eléctricos, los cuales son enviados de inmediato al cerebro para interpretar la información visual. Como resultado, el cerebro genera una imagen a todo color, lo que constituye el sentido de la vista (Turbert, 2023).

Para entender con mayor detalle su funcionamiento, se tomará como referencia la **Figura 1**. La córnea, conocida como la "ventana del ojo", está compuesta por un tejido fibroso blanco llamado esclerótica, el cual está protegido por una fina capa transparente denominada conjuntiva. La pupila, visible como la parte negra en el centro del ojo, regula la cantidad de luz que ingresa mediante un mecanismo similar al de un diafragma: se contrae cuando hay mucha luz en el ambiente y se dilata en condiciones de poca iluminación para captar la mayor cantidad posible de luz. Por otro lado, el cristalino, ubicado detrás de la pupila, funciona como una lente fotográfica. Su función es ajustar las dioptrías para enfocar objetos cercanos, como las letras en un libro, y permitir la visión

de objetos lejanos. La retina, al igual que el sensor de una cámara fotográfica, tiene la función de captar los rayos de luz del ambiente y transformarlos en impulsos eléctricos, los cuales son enviados al cerebro a través del nervio óptico. Los lagrimales cumplen la tarea de humectar la córnea, permitiendo su protección y la de las demás estructuras del ojo. Este proceso evita que la córnea se reseque y agriete, lo que podría facilitar la entrada de impurezas al ojo y causar daños en la retina. En casos extremos, estas lesiones podrían derivar en una pérdida permanente de la visión. (Capelo, 2021).

Figura 1

Anatomía del ojo humano

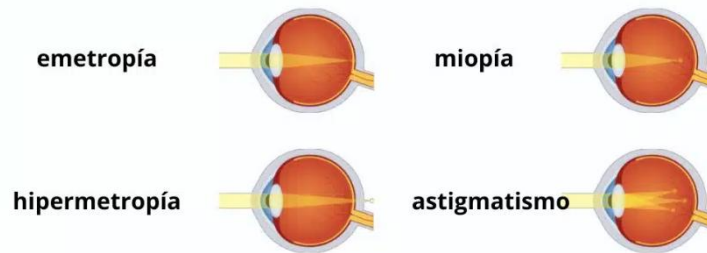


Nota: Demostración grafica de la anatomía del ojo humano y sus partes. La Figura 1 fue extraída de: (Capelo, 2021).

No todas las personas poseen las mismas características biológicas en sus ojos. Cuando los rayos de luz del ambiente ingresan a la retina, la imagen formada puede sufrir distorsiones debido al desplazamiento de esta en mayor o menor medida. Esto da origen a problemas visuales conocidos como "error de refracción" o ametropías. Entre estos defectos se encuentran la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo **Figura 2**, los cuales afectan la calidad de vida de quienes los padecen.

Figura 2

Miopía, Hipermetropía, Emetropía y Astigmatismo



Nota: Demostración gráfica de las enfermedades visuales más comunes. La Figura 2 extraída de: (opticadhADMIN, 2020)

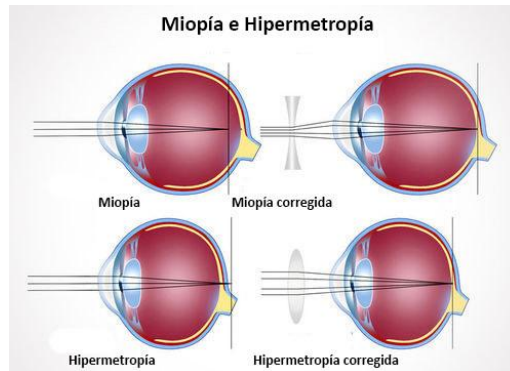
Las lentes oftálmicas.

Las lentes oftálmicas son elementos fabricados en vidrio, plástico o policarbonato. Su superficie externa es curva, mientras que la interna puede presentar mayor o menor curvatura, e incluso combinar dos superficies tanto curvas, planas o mixtas (Jessica Harwood, 2024).

La forma de estas lentes altera la trayectoria de los rayos de luz que atraviesan el cristal hasta llegar al ojo, modificando así la percepción visual del individuo. Su fabricación está destinada a corregir defectos de refracción como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo, tal como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3

Miopía e Hipermetropía



Nota: El uso de lentes oftálmicas puede modificar la perspectiva de la imagen que llegan a la retina del ojo. Figura 3 extraída de (Jessica Harwood, 2024).

Las lentes oftálmicas se utilizan como protección para prevenir el deterioro ocular causado por factores como la edad, la radiación solar, la mala iluminación en espacios de trabajo o el uso prolongado de pantallas. Aquellas sin filtros, diseñadas a medida, facilitan la lectura de documentos físicos y reducen la fatiga visual. Por otro lado, las lentes con filtro azul optimizan la visualización de pantallas digitales como: computadoras, televisores y teléfonos, disminuyendo tanto la fatiga como el estrés ocular al utilizarlas.

Procesos para la fabricación de lentes oftalmológicas.

La fabricación de un par de lentes oftálmicos involucra una serie de procesos distribuidos en distintas etapas de la línea de producción. Dado que cada lente es único y personalizado para el cliente, es fundamental que todas las áreas trabajen de manera coordinada para garantizar la calidad del producto final.

En la **Figura 4** se ilustran las etapas clave del proceso: biselado, tallado, aplicación de tratamiento antirreflejo, corte, montaje y control de calidad. Cada una de estas etapas debe

ejecutarse con precisión para asegurar que los lentes cumplan con las necesidades diarias del usuario que los utilizará.

Figura 4

Procesos misionales en la fabricación de lunas Oftálmicas



Nota: Procesos misionales para la fabricación de lunas oftálmicas hechas a la medida para el usuario. Hecha por el autor.

Tallado.

La base de las lunas oftálmicas sale de bodega con el número de orden en donde esta descrito todas las características que se deberá llevar como el color, numero de dioptría, tipo de anti-reflejo, etc. La base de las lentes oftálmicas sale de la bodega con un número de orden donde se detallan todas las especificaciones requeridas: color, número de dioptrías, tipo de tratamiento antirreflejo, entre otros **ANEXO 2**. El proceso inicia con la base de la lente, un bloque semiesférico con un espesor y diámetro específicos denominado "base". En su cara convexa o también llamado cara externa, está ya viene terminada, por lo que estas bases se clasifican como "semiterminadas". Posteriormente, el tallado dará forma a la lente según la graduación necesaria. Para determinar esta, se consulta el número de orden, el cual incluye todas las características técnicas que debe cumplir la lente oftálmica.

La máquina de tallado procesa la cara interna de la lente según las dioptrías ingresadas por el operario en la computadora, ajustando el espesor y la curvatura según lo especificado en la orden de trabajo. Finalmente, se realiza una impresión láser sobre la lente para marcar sus características técnicas

Anti-reflejo.

Las lentes que han superado el proceso de tallado y el control de calidad interno ingresan al área de antirreflejo. Allí, se realiza un nuevo control para detectar imperfecciones como rayaduras o porosidad, utilizando una regla de medición **Figura 5** y **Figura 6**. Una vez verificado su estado, se clasifican grabando su número de orden en la cara convexa.

Estas lentes se organizan según el tratamiento antirreflejo especificado en la orden de trabajo, para luego aplicar primero una capa protectora y después la lámina antirreflejo. Los tratamientos disponibles son: AR (clásico), Rock, Optifog, SHF, EasyPro y Sapphire. Cada lámina tiene funciones específicas, pero todas comparten el objetivo de reducir los reflejos lumínicos en la superficie de la lente, mejorando la visión en entornos con alta intensidad de luz.

Finalmente, tras aplicar la capa antirreflejo, las lentes pasan por un control de calidad interno en esta área. Para ello, se escogen lunas al azar para que se someten a pruebas de desprendimiento. Si el resultado es satisfactorio, se aprueban para avanzar a la siguiente etapa.

Figura 5

Herramienta para control de calidad



Nota: Herramienta de control de calidad para el Área del AR. Foto tomada por el autor.

Figura 6

Herramienta para control de calidad



Nota: Herramienta de control de calidad, parámetros de rayas y poros para la toma de decisiones. Foto tomada por el autor.

Corte.

Al ingresar al área de corte (posterior al área de antirreflejo), las lentes se someten a una verificación del número de orden para confirmar que cumplen con todas las especificaciones técnicas establecidas. A partir de dicho número, se determina el tipo de corte requerido, el cual varía según la forma del armazón elegido por el cliente: ovalado, cuadrado, redondo o en forma de diamante **Figura 7**.

Figura 7

Tipos de marcos de lentes ópticos



Nota: Forma estándar para marcos de lentes ópticos, las lunas tendrán una forma igual a los marcos. Figura 4 extraída de: (optisalud, 2021) .

Las lentes se colocan en una cortadora especializada, donde se utiliza una plantilla prediseñada según la orden de trabajo. La máquina realiza el corte, tras lo cual se inspecciona tanto la precisión del mismo como la geometría de la lente. Finalmente, estas pasan a una máquina de biselado para adaptar sus bordes al armazón seleccionado.

Montaje.

Una vez cortadas según la forma del armazón, las lentes se limpian para unirlos a este mediante un proceso denominado "matrimonio". La unión de ambas partes forma una sola pieza: los lentes terminados, tal como se muestra en la **Figura 8**.

En el área de control de calidad, se verifica integralmente la anatomía de los lentes. Esto incluye: el material de las lentes oftálmicas, el número de dioptrías y el espesor, el tipo y color del tratamiento antirreflejo (AR), la calidad del armazón y del ensamblaje, así como la funcionalidad de los lentes fotocromáticos, estos últimos se prueban con luz ultravioleta para verificar su reactividad. Si todos los parámetros coinciden con la orden de trabajo y el ensamblaje es correcto, los lentes se aprueban para su despacho y entrega al cliente.

Figura 8

Anatomía de unos lentes



Nota: Anatomía de unos lentes, conocer cada parte que puede tener unos lentes estándar.

Extraída de: (Porter, 2023).

Situación en Actual

La empresa fabricante de lentes oftálmicos es líder en la producción de lentes oftálmicas. Según sus registros históricos como se detalla en la Tabla 2, el promedio mensual de lentes procesadas es de 10 460 unidades. Este dato se calcula a partir de los registros de producción entre agosto y el 15 de noviembre de 2024.

Tabla 2

Lunas trabajadas el mes de septiembre del año 2024

	Mayor cantidad de lunas hechas en un día.	Lunas totales hechas en un mes.
Agosto	452	11756
Septiembre	460	11505
Octubre	425	11058
Noviembre	481	7522
Promedio	455	10460

Nota: Cantidad promedio diario de trabajos realizados con la cantidad total de trabajos realizados de cada mes con su respectivo promedio. Información extraída de documentos de la empresa y tabla hecha por el autor.

Uno de los problemas más comunes reportados es el desprendimiento prematuro del tratamiento antirreflejo (AR) en los lentes antes de los 6 meses de uso diario. También se registran defectos frecuentes como microporos y rayones en la zona central de la lente, visibles para el usuario. En varias ópticas asociadas a la empresa fabricante, se ofrece un

año de garantía por fallas de fabricación, como desprendimiento del AR, rayones, poros, deformaciones "olas" o residuos en las lentes.

En el área de antirreflejo, los procesos son clave para garantizar la calidad del producto final. Estos inician con el número de trabajo asignado a cada lente al ingresar a la zona de AR, donde se aplica la capa correspondiente (buyes-optical, 2022) .

Cada lente oftálmica posee características únicas, como el grado de dioptrías, el tinte, el tipo de material orgánico o mineral y la esfera. Sin embargo, aquellas que requieren tratamiento antirreflejo comparten especificaciones técnicas específicas, entre las que destacan: Rock, Optifog, SHF, EasyPro, Shapphine, AR (clásico). Todas las lentes que ingresan al área de AR deben incluir en su número de orden el tipo de tratamiento antirreflejo a aplicar en la **Figura 9**.

Figura 9

Tipos de tratamiento Anti-reflejo

○ AR	○ Ninguno	○ Rock	○ Optifog
○ SHF	○ EasyPro	○ Shapphin	

Nota: Hoja de datos en donde se detalla el tipo de tratamiento antirreflejo a colocar.

Figura extraída por el autor.

Las cajas con los pares de lentes que ingresan al área de antirreflejo AR son inspeccionadas por un operario. Este verifica que las lentes no presenten defectos que impidan la correcta aplicación del tratamiento antirreflejo. Si se detectan fallas evidentes, las cajas se devuelven al área anterior para reprocesarlas. Tras la inspección visual, los

pares de lentes se colocan en torres especializadas **Figura 30** . Estas se clasifican según el tipo de tratamiento AR a aplicar, y el operario registra el número de cajas mediante una pistola láser que escanea el código de barras de cada una, ingresando los datos al sistema.

Figura 10

Pequeña torre de cajas para ser trabajadas



Nota: Las torres hechas de caja pueden varias de una caja hasta 10 cajas como límite máximo por políticas internas de la empresa; figura extraída por el autor.

Las lunas que han ingresado con su respectiva caja pasan a ser grabadas con el número de caja como la primera inicial del tratamiento antirreflejo que se colocara con ayuda de un pequeño taladro como se aprecia en la **Figura 11**, con el respectivo código puesto en la superficie de las lunas son retiradas sus cajas y colocadas en una bandeja para que puedan seguir con el proceso de antirreflejo.

Figura 11

Luna de ensayo para grabado.



Nota: Luna de **ensayo** para grabar el número de orden; las lunas a trabajar solo tienen una serie de cuatro dígitos en el borde del lente. Figura extraída por el autor.

Limpieza: Las lentes pasan por un proceso de limpieza profunda con Kleenex® especiales y etanol. El operario elimina motas de polvo, suciedad o residuos grasos, y las coloca en garras especiales diseñadas para evitar contaminación. Posteriormente, el par de lentes se introduce en la máquina TC4, donde se someten a un lavado con ondas de ultrasonido en agua desionizada.

Nota: Algunas herramientas utilizadas en el proceso de antirreflejo no se ilustran en este documento por motivos de confidencialidad de la empresa fabricante **ANEXO 1**.

Lacado: Tras la limpieza, las lentes se colocan en la máquina HCC4, que aplica una capa protectora de laca y posteriormente las seca. Por políticas de confidencialidad, no se detallan los componentes químicos ni los parámetros del proceso **ANEXO 12**.

Horno: Las lentes lacadas se disponen en bandejas y se ingresan al horno SMT MAX para su curado térmico **ANEXO 5**. Los detalles técnicos de este paso son reservados por la empresa.

Hornos anti-reflejo: Después del curado inicial, las lentes se clasifican en bandejas especiales según el símbolo del tratamiento antirreflejo asignado: AR (Clásico), Rock, Optifog, etc. Cada bandeja ingresa a hornos especializados, donde se aplica un tratamiento químico a alta temperatura para fijar el antirreflejo. Los protocolos exactos son confidenciales.

Control de calidad: Las lentes que salen del horno se colocan en bandejas y se trasladan a las mesas de control de calidad. En esta etapa, se utilizan los siguientes elementos: una caja de fondo negro mate, una fuente de luz amarilla intensa, lámpara de plasma, paleta para controlar el diámetro de la luna, lupa de aumento, pañuelos especiales para lentes oftálmicos y etanol **ANEXO 10, ANEXO 11**. El operario limpia cada lente con los pañuelos y etanol para eliminar residuos. Posteriormente, las lentes se ubican frente a la luz con el fondo negro de la caja, y mediante la lupa, se inspeccionan minuciosamente desde el exterior hasta el interior. Este proceso garantiza que no existan imperfecciones visibles para el usuario final.

Por motivos de confidencialidad de la empresa, no se proporcionarán detalles **específicos** sobre los procesos exactos que se llevan a cabo por motivos de seguridad.

Cantidad de Lunas con Fallas.

El registro de lentes defectuosos que requieren rectificación o descarte ya sea por fallas en las máquinas o errores operativos se realiza manualmente mediante un documento físico que detalla toda la información relevante. Este proceso, vigente desde la apertura de la fábrica, ha demostrado ser confiable para identificar los defectos más recurrentes observados por los operarios diariamente. Con el objetivo de modernizar el sistema, es necesario digitalizar esta base de datos histórica para analizar estadísticamente las fallas

comunes. En la **Tabla 3** se presenta un resumen de los registros originales, correspondientes al período del 2 de septiembre al 31 de octubre de 2024.

La tabla incluye la fecha, el turno laboral que puede ser diurno o nocturno, el número de orden, el tipo de AR que se coloca a la luna, que luna tiene la falla siendo la lente derecha, izquierda o ambas de una orden de trabajo, la zona en donde se encontró la falla y el tipo de falla que tiene la luna, para más información ir al **ANEXO 9**.

Tabla 3

Datos fundamentales de las lunas con rectificaciones

Fecha	Turno	Número de orden	Tipo de AR	Luna D/ I	Zona	Tipo de falla
2/9/2024	Diurno	1453	AR	Derecha	ZONA 3	Poros
2/9/2024	Diurno	1331	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Rayas
2/9/2024	Diurno	1342	ROCK	Derecha	ZONA 2	Estrías
2/9/2024	Diurno	1335	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	AR no homogéneo
2/9/2024	Diurno	1321	SHF	Izquierda	ZONA 1	Poros
3/9/2024	Diurno	1326	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 3	AR desprendido
3/9/2024	Diurno	1345	ROCK	Derecha	ZONA 2	Grieta/ Roto

Nota: Tabla de ejemplo en donde están los principales datos de una luna con rectificaciones, las tablas pueden recopilar cientos de datos al mes. Información extraída de documentos de la empresa y reescrita por el autor.

Con el uso de estos datos se tiene una idea del tipo de fallas que presenta el área de antirreflejo, de igual manera se conocer cuál de las dos lunas en una orden de trabajo tiene mayor cantidad de defectos, en que zona se han encontrado más defectos y un número total de rectificaciones como se puede apreciar en la siguiente **Figura 12** del mes de septiembre.

Figura 12

Tabla de lunas con rectificaciones

Etiquetas de fila	Cuenta de Tipo de falla
AR desprendido	6
AR no cumple con el color establecido	6
AR no homogéneo	5
Deformación por temperatura	4
Despredimiento de laca	8
Doble recubrimiento	1
Espesor	5
Estrias	5
Grieta/ Roto	2
Marca de anillo	2
Marca de garra	3
Marca de huellas	2
Olas	6
Otros	5
Piel de naranja	1
Poros	28
Rayas	29
Suciedad	10
Tinte no homogéneo	9
Total general	137

Nota: se presenta rectificaciones separadas por las zonas de unas lunas del mes de septiembre del 2024. Información extraída de documentos de la empresa y reescrita por el autor.

En la Zona 1, se registran 26 lentes defectuosos en el lado derecho y 18 en el izquierdo, lo que representa una diferencia de 8 unidades y un total de 44 lentes con defectos en esta área. En la Zona 2, la distribución es inversa: 17 lentes en el lado derecho y 21 en el izquierdo, con una diferencia de 4 unidades y un acumulado de 38 lentes rectificadas. La

Zona 3 refleja un patrón similar al de la Zona 1: 11 lentes defectuosos en el lado derecho frente a 18 en el izquierdo, totalizando 29 lentes afectados. Al sumar las tres zonas, se obtiene un total de 111 lentes oftálmicos con defectos durante septiembre de 2024. Estos datos, resumidos en la **Figura 13**, evidencian la necesidad de identificar las fallas más recurrentes para optimizar los procesos productivos en el área de anti-reflejo.

Figura 13

Descripción de fallas en las zonas de las lunas

Cuenta de Luna D / I	Etiquetas de columna		Etiquetas de fila		
	Ambas	Derecha	Izquierda	Total general	
ZONA 1		2	26	18	46
AR desprendido		1	1		2
Desprendimiento de laca		2	2		4
Espesor		1			1
Estrias		2			2
Marca de anillo		2			2
Marca de garra		1	1		2
Marca de huellas		3			3
Olas			2		2
Otros			1		1
Poros		7	5		12
Rayas		6	5		11
Suciedad	1	1	2		4
ZONA 2	3	17	21		41
Deformación por te	1				1
Espesor		1	1		2
Estrias		1	1		2
Grieta/ Roto		2			2
Marca de anillo		2	1		3
Marca de garra			1		1
Marca de huellas			2		2
Olas		1			1
Poros		6	7		13
Rayas		3	7		10
Suciedad	2	1	1		4
ZONA 3	3	11	18		32
AR desprendido	1				1
AR no cumple con el color establecido		1			1
AR no homogéneo		1			1
Desprendimiento de laca			1		1
Doble recubrimiento		1			1
Espesor			3		3
Estrias			1		1
Grieta/ Roto			1		1
Marca de anillo		1			1
Marca de huellas			1		1
Otros	1				1
Piel de naranja		1			1
Poros		5	2		7
Rayas		1	6		7
Suciedad			1		1
Tinte no homogéneo	1		2		3
Total general	8	54	57		119

Nota: Tabla en donde se detalla las fallas encontradas en una de las tres zonas de las lunas trabajadas del mes de septiembre del 2024. Información extraída de documentos de la empresa y reescrita por el autor.

Zona 1: Se observan los defectos presentes en las lentes oftálmicas, tanto en el lado derecho, izquierdo o ambos. De las fallas registradas, dos tipos se repiten con mayor frecuencia: poros y rayas, que afectan a 23 lentes de un total de 46. Esto representa el 50% de los defectos en esta zona.

Zona 2: En esta área, los datos son similares a los de la Zona 1. Los defectos por rayas y poros son los más comunes, con 23 lentes afectados de un total de 41 registrados, lo que equivale al 56% de las rectificaciones por estos desperfectos.

Zona 3: Se repite el mismo patrón que en las zonas anteriores. De 32 lentes con defectos, 14 corresponden a rayas y poros, lo que representa el 43.7% del total.

Procesos que se llevan a cabo.

























Durante el proceso de levantamiento de información, es importante detallar los pasos que se siguen para que una luna ingrese al área de antirreflejo. Estas etapas son: control de calidad, clasificación y limpieza. Cada una de ellas es fundamental para evitar la rectificación de las lunas una vez que se ha aplicado el tratamiento antirreflejo solicitado por el cliente final.

Control de calidad

Las lunas deben pasar por un control de calidad para verificar que las dioptrías talladas en el cristal sean las correctas, de acuerdo con lo establecido en la orden de trabajo. Para ello, los operarios utilizan la **Tabla 4**, donde se encuentran especificados los parámetros que indican qué defectos pueden ser aceptados y cuáles no. Las lunas que no cumplan con los criterios establecidos en la hoja de tolerancia serán devueltas al proceso anterior para su corrección.

Tabla 4

Luna con rayones

Tolerancias Permitidas		
Rayas	Gráfica	Importancia
B2		
B3		
C1		
C2		
>C2		
Poros	Gráfica	Importancia
0.1		
0.15		
0.20		
0.25		
0.30		
0.35		
0.40		

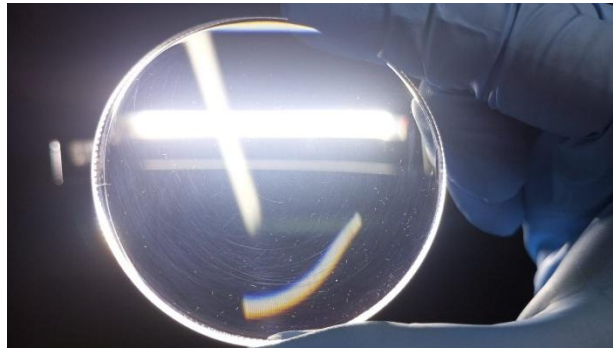
Nota: Hoja de tolerancias que se maneja hoy en día en la empresa para realizar control de calidad.

En las **Figura 14** y **Figura 15** se ilustran los defectos más comunes: rayas, poros y residuos. Para su observación, se emplea un fondo negro y una luz frontal cuyos rayos

atraviesan la lente. Este método genera una refracción lumínica que resalta cualquier imperfección en la superficie o estructura interna de la lente

Figura 14

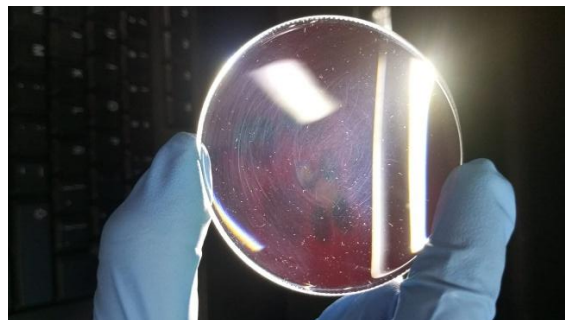
Luna con rayones



Nota: Se aprecia que hay varios rayones en la luna en donde la gran mayoría de estas no están dentro de las tolerancias permitidas como lo indica la **Tabla 4**; de igual forma se muestra en la **Figura 15** figura donde también hay rayones significativos en la luna.

Figura 15

Luna con rayones en la superficie



Hay unas fallas en particular que no se pueden a la vista, es necesario la ayuda de equipos especializados **Figura 16** que dispone la empresa, estos equipos se encargan de medir el grado de adherencia del antirreflejo el tipo de refracción con ayuda de luces especiales, y el grosor del antirreflejo.

Figura 16

Máquina para comprobar las medidas y desperfecto de las lunas



La máquina utiliza un esquema de colores para identificar relieves positivos o negativos en las lentes, estableciendo un umbral máximo que determina si estas son aceptadas o rechazadas para ingresar al área de antirreflejo. La codificación es la siguiente: Verde: Sin relieves con una superficie óptimamente lisa, Amarillo: Relieves positivos tolerables dentro de los parámetros permitidos por la empresa. Rojo: Relieves positivos no tolerables esta fuera de especificaciones y por último azul como orado: Relieves negativos excesivos es obligatorio un reproceso.

Clasificación

Las lunas que hayan superado el control de calidad interno en el área de antirreflejo deberán ser sometidas al proceso de clasificación. Esta etapa consiste en registrar el número de serie de la caja **Figura 17**, que es el contenedor utilizado para transportar las lunas. Dicho número se grabará en el cristal de cada luna mediante un pequeño taladro,

como se muestra también en la **Figura 18**. Esta tarea es realizada por uno de los operarios del área.

Figura 17

Cajas con su número de serie



Figura 18

Grabado del número de serie en la luna con taladro



Después de marcar el número de la caja en las lunas, se añade la letra inicial correspondiente al tipo de antirreflejo, como se muestra en la **Figura 19**. Este procedimiento se realiza porque, dentro del área de antirreflejo, específicamente en la zona de hornos de vacío, no está permitido el ingreso de las cajas; únicamente se permite el acceso de las lunas, como se observa en la **Figura 20**. Por esta razón, es fundamental identificar a qué caja pertenece cada luna **Figura 20**, especialmente después de aplicar el tratamiento antirreflejo, para poder ubicarlas y colocarlas correctamente en sus respectivos empaques.

Tabla 5

Tabla para la codificación del tipo de antirreflejo

Tipo de anti-reflejo	Letra de designación.
AR	No se coloca nada
SHF	SH
EasyPro	E
Rock	R
Shapphin	S
Optifog	O

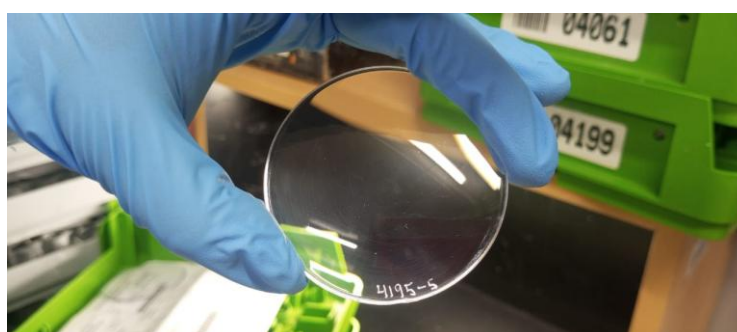
Figura 19

Caja de lunas para el área de hornos de vacío



Figura 20

Luna grabado con su respectivo número de caja y tipo de antirreflejo



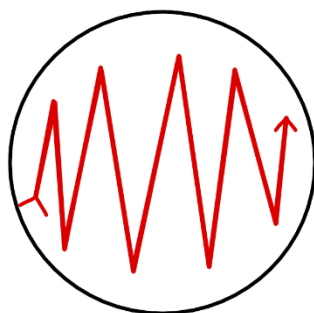
Limpieza

Después de realizar la clasificación correspondiente a cada luna, es necesario proceder con su limpieza antes de ingresarlas a los hornos de vacío para aplicar el tratamiento antirreflejo. Si no se eliminan completamente las impurezas presentes en la superficie como: polvo, fibras o huellas dactilares, entre otras, estas pueden contaminar el cristal y afectar la adherencia del recubrimiento, reduciendo su durabilidad. Por lo general, la vida útil del tratamiento antirreflejo en una luna oftálmica es de 1 a 2 años de uso continuo, siempre que se le den los cuidados adecuados.

La limpieza se realiza mediante movimientos en zigzag, tanto en dirección horizontal como vertical, con el objetivo de eliminar cualquier suciedad adherida a la superficie de la luna, tal como se muestra en la **Figura 21**. Este procedimiento es fundamental para garantizar una aplicación óptima del tratamiento antirreflejo y asegurar la calidad del producto final evitando que tenga patrones extraños como lo indica el **ANEXO 3**.

Figura 21




Forma en que se hace la limpieza de las lunas



Después de realizar la limpieza de las lunas, los empleados deben efectuar una inspección visual con el apoyo de una hoja de parámetros **Tabla 6**. Esta permite identificar en qué zonas se toleran más o menos imperfecciones antes de que las lunas sean enviadas a los hornos de vacío, tal como se indica en la **Tabla 4**.

Tabla 6

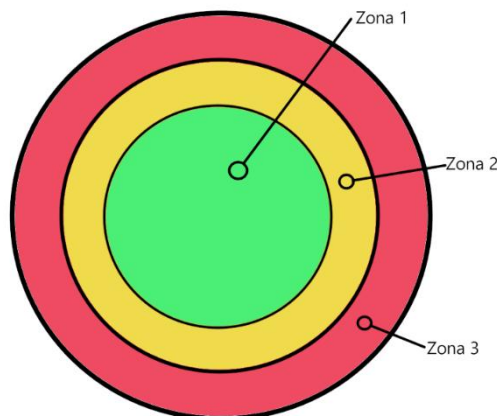
Semáforo para el grado de importancia

Color	Grado de Importancia
	Alto. No debe tener imperfecciones
	Medio. Se permiten imperfecciones mínimas. Hacer uso de la Galga y el manual operativo para identificar el tamaño de poros y rayas.
	Bajo. Se permite imperfecciones considerables. Hacer uso de la Galga y el manual operativo para identificar el tamaño de poros y rayas.

El código de colores utilizado deberá ser interpretado en conjunto con la **Tabla 4** basada en el **ANEXO 4**, con el fin de determinar qué áreas tienen mayor prioridad durante la inspección visual posterior a la limpieza, así como los tipos de defectos permitidos en cada una, como se muestra en la Figura **Ilustración 1**.

Ilustración 1

Grafica del grado de importancia que tiene cada zona en una luna



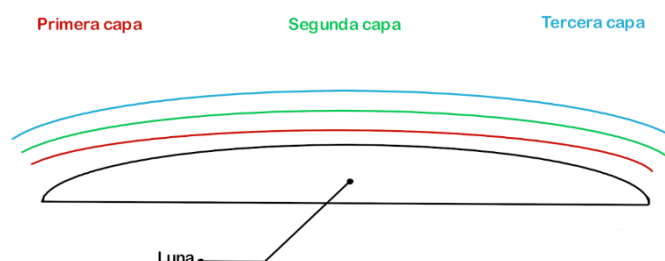
La importancia de la correcta limpieza en las lunas

El tratamiento antirreflejo tiene una vida útil estándar de 1 a 2 años, con los cuidados respectivos. Sin embargo, algunos clientes regresan a las ópticas antes de un año de uso solicitando garantías por desprendimiento prematuro del AR. Este defecto suele originarse por una limpieza inadecuada de la superficie durante la fabricación, que deja micro impurezas. Estas crean microespacios entre la lente y la capa antirreflejo, provocando que el tratamiento se desprenda de adentro hacia afuera. En las siguientes:

Ilustración 2, Ilustración 3, Ilustración 4.

Ilustración 2

Capaz antirreflejo en una luna



Nota: Capaz que cubre una luna para generar la capa antirreflejo en una luna.

Ilustración 3

Suciedad entre la luna y el capaz antirreflejo

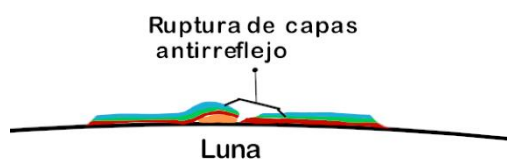
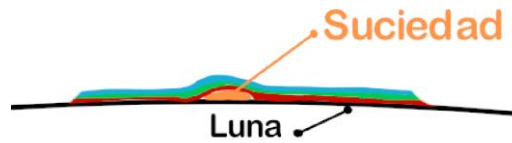


Ilustración 4

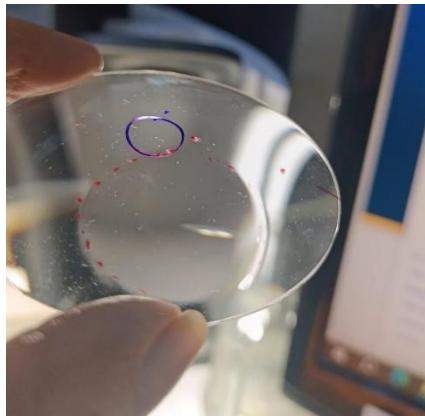
Ruptura de capa antirreflejo por la suciedad



Nota: La superficie de la luna contamina con impurezas puede hacer que el capaz antirreflejo no se adhiera correctamente generando una ruptura desde dentro hacia afuera dando como resultado el desprendimiento de la capa antirreflejo.

Figura 22

Antirreflejo desprendido



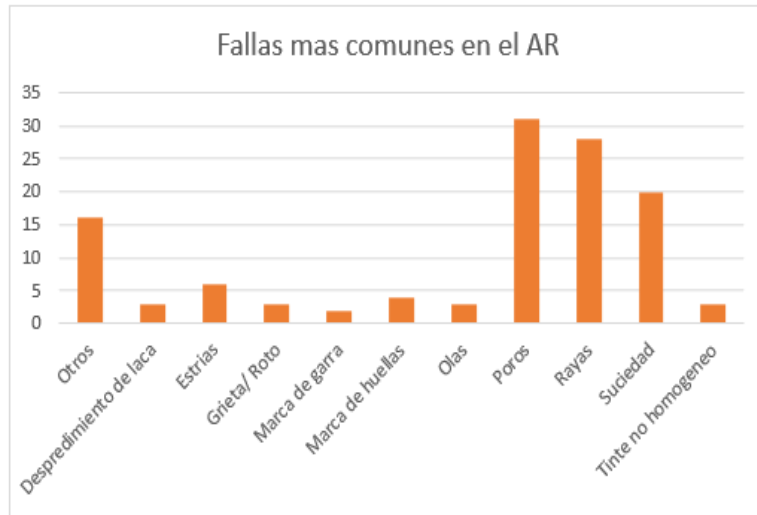
Nota: Dentro del círculo hay puntos provocados por el desprendimiento del antirreflejo para más representaciones ver los **ANEXO 6** , **ANEXO 7** .

Como se ve en la siguiente **Figura 23** muestra gráficamente las dos fallas más comunes que son: poros, rayas y suciedad. Hay una diferencia notable entre los porcentajes de fallas como se aprecia en la **Figura 24** en donde la mayor causa para rectificaciones son

los poros con un 27% seguida de los rayones con un 24% y por último la suciedad con el 8% de todos los desperfectos registrados por los operarios en el mes de septiembre.

Figura 23

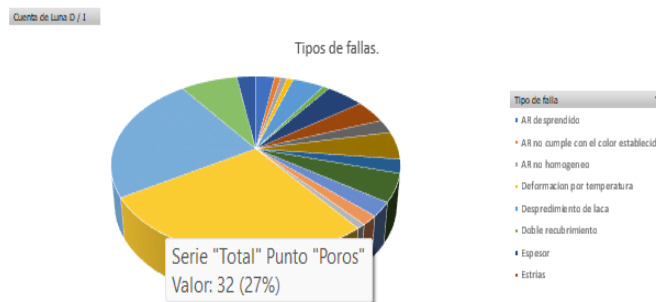
Tabla grafica de fallas más comunes del AR



Nota: Se detalla gráficamente las fallas más comunes en el área del AR en donde los defectos por poros, rayas y suciedad son lo más numerosos. Información extraída de documentos de la empresa y expresada de forma gráfica por el autor.

Figura 24

Grafica circular de porcentajes de rectificaciones del AR

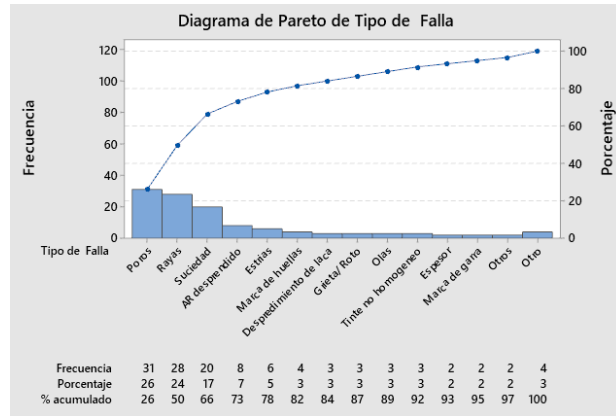


Nota: Grafica circular donde se muestra los porcentajes de rectificaciones más comunes en el área del AR. Información extraída de documentos de la empresa y expresada de forma gráfica por el autor.

Con estos datos utilizados del mes de septiembre se puede hacer la regla del 80/20 que es conocida la ley de Pareto en el cual se indica que el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas **Figura 25** y **Figura 26** se puede identificar las acciones que provocan un impacto negativo en el producto final que llega al consumidor.

Figura 25

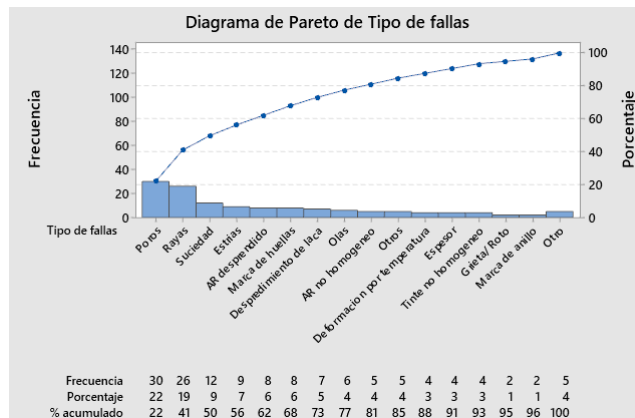
Fallas más comunes en el mes de septiembre 2024



Nota: Se demuestra que las tres principales causas para las rectificaciones son poros, rayas, suciedad para el mes de septiembre.

Figura 26

Fallas más comunes en el mes de octubre 2024



Nota: Se demuestra que las tres principales causas para las rectificaciones son poros, rayas, suciedad para el mes de octubre.

El uso de herramientas para realizar el control de calidad en las lunas oftálmicas es fundamental para verificar su estado antes de ingresar al área de antirreflejo (AR). Existen varios aspectos a considerar para garantizar su óptima condición dentro del área de trabajo, como el espacio en el que se opera, la vestimenta de los trabajadores, los procedimientos establecidos en el manual de operaciones, entre otros. Es importante tener en cuenta que la fabricación de lunas oftálmicas forma parte de la rama de la medicina denominada "salud oftálmica", ya que implica la producción de dispositivos destinados a preservar la visión de los clientes. Por ello, el uso de indumentaria adecuada dentro del área de AR es esencial para asegurar la calidad de las lunas antes de la aplicación de la capa antirreflejo solicitada (Churchill, 22).

Desarrollo de la herramienta de los 5 ¿Por qué?

Inicio de los 5 ¿Por qué?

Esta herramienta permite analizar en profundidad las causas de un problema que se desea resolver. A través de un análisis previo, es posible obtener respuestas más precisas a las preguntas planteadas, tomando como punto de partida la siguiente interrogante: "¿Por qué salió mal?". Esta pregunta se puede repetir hasta cinco veces con el objetivo de llegar a la causa raíz del problema. Mediante el análisis de cada respuesta, se pueden identificar las fallas dentro de un proceso, excluyendo los errores humanos. Con base en este método, se pueden formular las siguientes preguntas

1.- ¿Por qué sucede los rayones, poros y suciedad encontradas en las lunas?

Al ingresar al área de AR, las lunas deben pasar por un control de calidad para verificar que no presenten rayones ni poros. La forma más adecuada de realizar esta inspección es comprobar si estos defectos se encuentran dentro de las tolerancias permitidas por la

empresa. Para ello, se utiliza una regla específica que permite medir con precisión el tamaño de cada raya y poro, como se aprecia en la siguiente ilustración **Figura 27**.

Figura 27

Herramienta para control de calidad.



Varios trabajadores no utilizan la regla de medición, ya que llevan muchos años en la empresa y han desarrollado la capacidad de identificar a simple vista si los poros y rayas están dentro de las tolerancias permitidas. Sin embargo, desde 2024, algunos empleados han comenzado a solicitar la jubilación patronal, lo que ha generado la incorporación de nuevos trabajadores en el área. Estos nuevos empleados desconocen la importancia del uso de esta herramienta para determinar el tamaño de los rayones o poros. Aunque su uso era opcional debido a la experiencia de los trabajadores más antiguos, en los últimos meses se ha detectado un aumento en los defectos de las lunas.

2.- ¿Porque no es obligatorio del uso de la regla de medición para poros y rayones?

Los trabajadores con más tiempo en la empresa ya conocen los estándares de calidad que deben seguir. Sin embargo, el personal recientemente contratado en las diferentes áreas debe adquirir nuevos conocimientos, lo que dificulta su adaptación a la rutina de trabajo, especialmente al momento de identificar poros y rayones que pueden ser imperceptibles a simple vista debido a la falta de experiencia. Además, deben aprender a diferenciar las tres zonas de una lente y determinar cuál tiene mayor grado de importancia, así como

reconocer si la luna será cortada en un proceso posterior o si permanecerá entera, lo que influye en la evaluación de sus defectos. Al nuevo personal del área de antirreflejo se le brinda una capacitación obligatoria a cargo del responsable del área, utilizando los manuales de procesos en formato digital. Aunque estos documentos son de gran ayuda, su acceso no es sencillo, ya que solo pueden consultarse desde las computadoras de la empresa. En el área de AR, todas las computadoras están asignadas a tareas específicas, por lo que no hay equipos de libre acceso para evitar interrupciones en el trabajo.

3.- ¿Poque no hay una guía de procesos de fácil acceso?

La empresa cuenta con un manual general de procesos que incluye secciones específicas para cada área en la fabricación de lentes oftálmicas. El área de antirreflejo (AR) no es una excepción; sin embargo, aunque existe una guía de procedimientos, su acceso es limitado al estar disponible únicamente en formato digital. Esto dificulta la consulta rápida de los archivos necesarios. La falta de un documento físico accesible dentro del área de AR complica la resolución de dudas cuando surge un inconveniente en las tareas diarias de los operarios. Además, al acceder finalmente a la guía, se identifica que el manual no ha sido actualizado de manera oficial en varios años. Aunque las auditorías internas generan documentación para mejorar procesos, estas actualizaciones no se integran en un único archivo centralizado. Como consecuencia, la búsqueda de información para un proceso específico se vuelve más prolongada como tedioso, generando demoras en la ejecución de tareas y respuestas ineficiente ante problemas técnico.

4.- ¿Por qué no está toda la documentación en un solo lugar?

El manual general de procesos no está actualizado, ya que los documentos generados en las auditorías recientes se utilizan directamente para capacitar al personal. Sin embargo, los trabajadores anteriores a 2024 ya dominaban los procedimientos sin necesidad de consultar guías actualizadas. En 2024, la incorporación de nuevos empleados evidenció que el sistema de almacenamiento documental está fragmentado y no centralizado presenta inconvenientes al momento de buscar información. Este modelo funcionaba antes porque el personal experimentado conocía los protocolos de memoria, pero ahora los recién llegados requieren asistencia constante de los responsables de área para localizar archivos específicos en los computadores de la empresa, los cuales están ubicados fuera de sus zonas de trabajo. Esta dinámica genera pérdida de tiempo y dificulta el acceso ágil a las guías de procesos, afectando la productividad.

5.- ¿Por qué no se realiza un plan para la unificación de los procesos?

La empresa no cuenta con una cultura de uniformidad en la documentación de los procesos. Es fundamental disponer de un manual accesible para todos los empleados, independientemente del área en la que desempeñen sus funciones. Contar con un documento que abarque todos los procesos, desde los más simples hasta los más complejos, puede ayudar a resolver dudas, reducir inconsistencias y minimizar errores, como la presencia de poros, rayas y suciedad en las lentes, lo que podría afectar la calidad final de los lentes entregados al cliente.

Respuesta de los 5 ¿Por qué?

En conclusión, a partir de las preguntas realizadas, se puede determinar que las actividades dentro del área de antirreflejo (AR) no están incluidas en el manual de procesos, por lo que sería necesario actualizarlo con la documentación vigente generada

a partir de las auditorías realizadas en los últimos años. Aunque estos archivos se encuentran en la base de datos de la empresa, la falta de accesibilidad para el personal ha provocado que los procesos se sigan ejecutando de la misma manera desde hace varios años. A pesar de contar con documentación actualizada para la implementación de nuevos procedimientos enfocados en mejorar la calidad del producto final, estos no se llevan a cabo de manera efectiva, lo que impide la reducción de la cantidad de lunas que requieren reprocesos.

Área de estudio:

Tabla 7

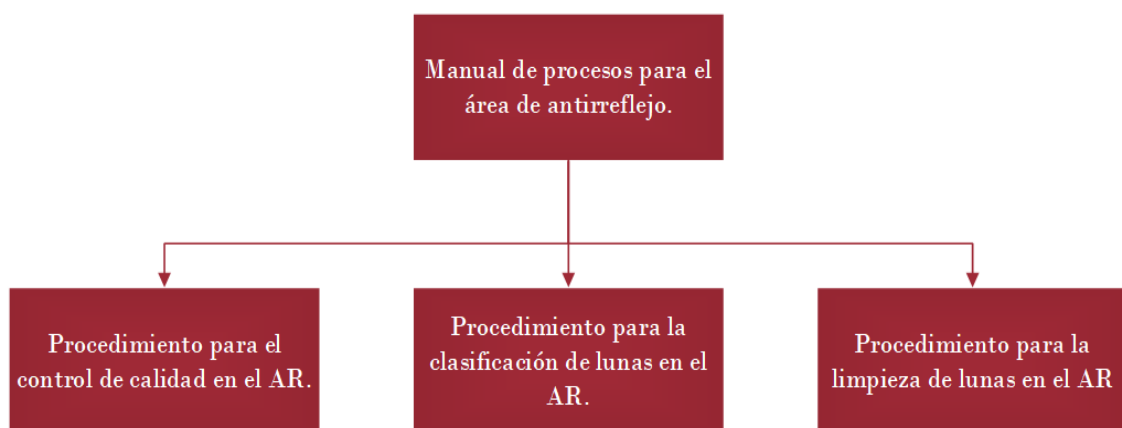
Área de estudio

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales.
Sub. Línea de investigación	Control y supervisión de procesos de producción, para mantener óptimas las condiciones de funcionamiento de un sistema, así como sus aspectos medio ambientales.
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Producción.
Aspectos	Fallos en el área de antirreflejo.
Objeto de estudio	Proceso de colocación del antirreflejo.
Periodo de análisis	Agosto 2024 - enero 2025

Modelo operativo

Figura 28

Módelo Operativo



Estudio del área de anti-reflejo

Se deberá realizar un estudio para conocer en detalle cómo se llevan a cabo los procesos desde el ingreso de las lunas oftálmicas al área hasta su salida. Para ello, será necesario entrevistar a los operarios con el fin de identificar las actividades que realizan en cada puesto de trabajo y comprender el propósito de cada paso, respondiendo preguntas clave como: ¿Por qué se realiza cada actividad?. En caso de ser necesario, se podrán ejecutar los procesos directamente en cada puesto de trabajo, siempre con la autorización del encargado del área. Tener un primer contacto con las actividades que desempeñan los operarios será fundamental para comprender la importancia de cada paso y determinar qué proceso tiene mayor relevancia dentro del área de antirreflejo.

Análisis de posibles fallas.

Es fundamental identificar las rectificaciones más comunes en el área de antirreflejo (AR) mediante el análisis de los datos proporcionados por la empresa. Esto permitirá determinar cuáles son las fallas más frecuentes y representarlas gráficamente para visualizar su impacto en el proceso. Además, es importante conocer la opinión de los trabajadores del área de AR para evaluar si los defectos en las lunas oftálmicas se originan dentro de esta sección o si provienen de la etapa anterior del proceso. Esta información será clave para comprender el origen de los problemas y plantear posibles soluciones.

Propuestas de solución.

Será necesario determinar cuánto tiempo llevan en uso los manuales operativos implementados en el área de AR y verificar si la empresa matriz dispone de una versión actualizada de los procedimientos. En caso de existir manuales actualizados, estos deberán ser estudiados y adaptados a la realidad de la empresa. Si no se cuenta con documentos recientes, será imprescindible buscar normativas en fuentes especializadas

para el manejo de lunas oftálmicas en el área de antirreflejo. Esto permitirá actualizar los manuales existentes y modernizar los procesos dentro del área de trabajo.

Factibilidad de implementación.

Estudiar los manuales actualizados y comprobar que procesos se han actualizado con el paso del tiempo y cuales no; analizar los procesos actuales que dispone el manual para poder adaptarlo a la realidad de la empresa enfocado en los procesos que más rectificaciones se han registrado dentro del área del AR para ser uso de la Ley de Pareto. Realizar reuniones con el técnico de área para discutir la posibilidad de la implementación de un nuevo manual de procesos en el área de anti-reflejo.

CAPÍTULO III

Propuesta y resultados esperados.

Presentación de la propuesta.

En este tercer capítulo se presentará la propuesta de mejora del proceso de fabricación de lentes oftálmicas, basada en el estudio desarrollado en el Capítulo II. Se identificó que en el área de antirreflejo se han reportado fallas en el producto, lo que ha generado un aumento en los reprocesos. Por ello, se detallarán las acciones necesarias para reducir la cantidad de correcciones y mejorar la calidad del producto, considerando que esta es una de las áreas más críticas en la fabricación de lentes oftálmicas.

Actualizar de procesos

Es fundamental que los documentos de los procesos se implementen de forma obligatoria en un solo archivo, con apartados específicos para cada área, incluido el de antirreflejo. Como se mencionó anteriormente, existen varios documentos con procesos actualizados; sin embargo, no se aplican de manera constante, ya sea por desconocimiento o por la falta de una autoridad que exija su cumplimiento. Unificar toda la documentación de procesos en el área de antirreflejo es esencial para garantizar la eficiencia, la calidad y la coherencia en la producción de lentes oftálmicas. Centralizar y estandarizar la información permitirá que los procedimientos estén actualizados, sean confiables y accesibles para todos los involucrados. Esto contribuirá a reducir confusiones, errores y duplicaciones, lo que se traducirá en una mejora significativa en la calidad del producto final.

La unificación de los documentos permite que operadores, técnicos y supervisores sigan los mismos procesos, lo que reduce las variaciones en la producción y minimiza defectos como rayas, poros, burbujas, manchas o desprendimientos tras el tratamiento antirreflejo. Además, facilita la identificación y corrección de problemas, ya que todos trabajan con una misma base de información, lo que disminuye la cantidad de lentes oftálmicas dañadas

y los reprocesos, optimizando así los recursos. La estandarización de la documentación también agiliza la capacitación del personal y la implementación de mejoras futuras. Por ello, en el siguiente manual propuesto se presentan tres de los procesos más importantes en el área de antirreflejo (AR) para reducir las fallas en las lunas después de la aplicación de la capa antirreflejo: control de calidad, clasificación y limpieza.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	1 de 31

Lista de cambios

Revisión	Cambio	Responsable
2025/01/08	Actualización de procedimientos	Gary Chanataxi

ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:
Gary Chanataxi	Ing. Ron Valenzuela Pablo Elicio MSc.	

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	2 de 31

1. Introducción

El propósito de este manual sobre la actualización de los procesos de calidad en el área de antirreflejo (AR) es proporcionar una guía clara sobre los procedimientos correctos que deben seguirse en la organización para garantizar la calidad de los productos. Esto se logrará mediante la aplicación de buenas prácticas en la manipulación de lunas oftálmicas, con el objetivo de cumplir con las expectativas del cliente final.

Este manual establecerá las tareas que debe seguir el operario para preservar la calidad de las lunas, detallando los procedimientos en los procesos más críticos con el fin de reducir la cantidad de fallas registradas y minimizar la necesidad de rectificaciones.

Toda actualización del manual del área de AR deberá ser revisada y aprobada por las personas responsables, garantizando la coherencia del documento y permitiendo un seguimiento adecuado de los procesos.

2. Objetivo

Proporcionar un documento de referencia para la actualización de los procedimientos más críticos dentro del área de AR, asegurando el correcto manejo de las actividades de la organización y garantizando la calidad del producto final. Este manual tiene como propósito guiar a los trabajadores en la implementación de nuevos procedimientos, asegurando el cumplimiento de las prácticas y estándares de calidad para mejorar la consistencia y eficiencia en los procesos.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	3 de 31

3. Alcance

Este manual se aplicará en los procesos clave dentro del área de AR para garantizar la calidad del producto destinado a los consumidores finales.

3.1 Misión

Ser el grupo óptico que, a través de la excelencia en el trabajo, la innovación y el enfoque en el servicio al cliente, genere un crecimiento rentable.

3.2 Visión

Ser el laboratorio óptico líder en excelencia operativa y de servicio, incorporando tecnología de punta y manteniendo la rentabilidad.

3.3 Promesa

Indulentes ofrece las mejores soluciones al óptico ecuatoriano, asegurando su satisfacción mediante calidad, tecnología y cumplimiento en los tiempos de entrega establecidos.

4. Términos y definiciones

Antirreflejo: Es tanto el nombre del área como el tratamiento aplicado a la superficie de las lentes oftálmicas para reducir los reflejos de la luz ambiental. Su propósito es mejorar la transmisión de la luz a través de las lunas, disminuyendo los destellos generados por fuentes luminosas y proporcionando mayor comodidad visual al paciente.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	4 de 31

Capas de Tratamiento AR: Son múltiples capas delgadas de materiales químicos y metálicos aplicadas sobre la lente para reducir la reflexión de la luz.

Durabilidad del AR: Capacidad del tratamiento antirreflejo para resistir el desgaste diario y las condiciones ambientales, incluyendo rayaduras, poros, suciedad y daños químicos.

Prueba de Adherencia: Ensayo para evaluar la capacidad del tratamiento antirreflejo de adherirse a la superficie de las lunas, evitando su desprendimiento.

Limpieza de Lentes: Proceso previo a la aplicación de la capa antirreflejo, cuyo objetivo es eliminar cualquier contaminante en las lunas y garantizar la eficacia del tratamiento. Incluye el uso de líquidos y paños específicos para evitar daños en las lentes.

Garantía del Tratamiento AR: Período durante el cual la capa antirreflejo debe permanecer intacta. El fabricante asegura su durabilidad y eficacia, siempre que se sigan las condiciones de uso y mantenimiento adecuadas.

5. Responsables

- Técnico de Procesos:
 - Optimiza los procesos aplicados en el tratamiento antirreflejo.
 - Asegura que los equipos y materiales cumplan con los estándares de calidad.
 - Realiza pruebas y validaciones para garantizar la eficacia del tratamiento.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	5 de 31

- Trabajadores:
 - Operar las máquinas de aplicación del tratamiento antirreflejo.
 - Realizar la limpieza correspondiente de las lunas.
 - Supervisar el proceso para prevenir, detectar y corregir errores.
 - Realizar controles de calidad en cada lote de lunas especiales, verificando la uniformidad del tratamiento y la adherencia del antirreflejo.
- Responsable de Control de Calidad:
 - Verificar que las lunas tratadas cumplan con los estándares de reflectividad, durabilidad y adherencia al final de cada lote trabajado.
 - Realizar pruebas específicas de abrasión, adherencia en lunas aleatorias y transmisión de luz azul, según los protocolos establecidos en la empresa.
 - Documentar todos los resultados y reportar las no conformidades detectadas en el área.

6. Procedimiento

En el área de antirreflejo se llevan a cabo tres procesos fundamentales, ya que de ellos depende que las lunas sean tratadas correctamente las cuales son:

Control de calidad: Evaluación inicial para determinar si las lunas pueden ingresar al área de antirreflejo.

Clasificación: Identificación de las lunas que serán cortadas o permanecerán en la siguiente fase, estableciendo su grado de importancia según la zona.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	6 de 31

Limpieza de lunas: Eliminación de contaminantes para evitar la presencia de partículas extrañas antes de la introducción en el horno de vacío, donde se aplicará la capa antirreflejo. Mantener estos procedimientos actualizados garantiza la calidad, eficiencia y seguridad en el tratamiento de las lunas.

6.1 Control de calidad.

Al ingresar al área de AR, las lunas deben pasar un control de calidad visual utilizando la regla llamada 'Galga' **Figura 29** la cual permite medir el tamaño de los poros y rayas. Con esta herramienta, se verifica si los defectos detectados cumplen con las tolerancias permitidas por la empresa **Tabla 8**. Este control es esencial para identificar posibles imperfecciones que podrían haberse generado en el área de tallado digital, evitando reprocesos innecesarios. Asimismo, se debe asegurar que, al salir del área de AR, las lunas no presenten desperfectos que afecten la calidad del producto final.

Figura 29

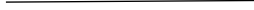





















Herramienta Galga.



	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	7 de 31

Tabla 8




Documentos de tolerancias para el control de calidad.

Tolerancias Permitidas		
Rayas	Gráfica	Importancia
B2		
B3		
C1		
C2		
>C2		
Poros	Gráfica	Importancia
0.1		
0.15		
0.20		
0.25		
0.30		
0.35		

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	8 de 31

Tabla 9

Semáforo de tolerancias permitida.

Color	Tolerancias permitidas
	Esta dentro de las tolerancias permitidas.
	Es necesario hacer una nueva inspección visual y solicitar el visto bueno del encargado de área.
	No cumple los parámetros establecidos, la luna es descartada. Es necesario que el encargado del área registre la luna con fallas

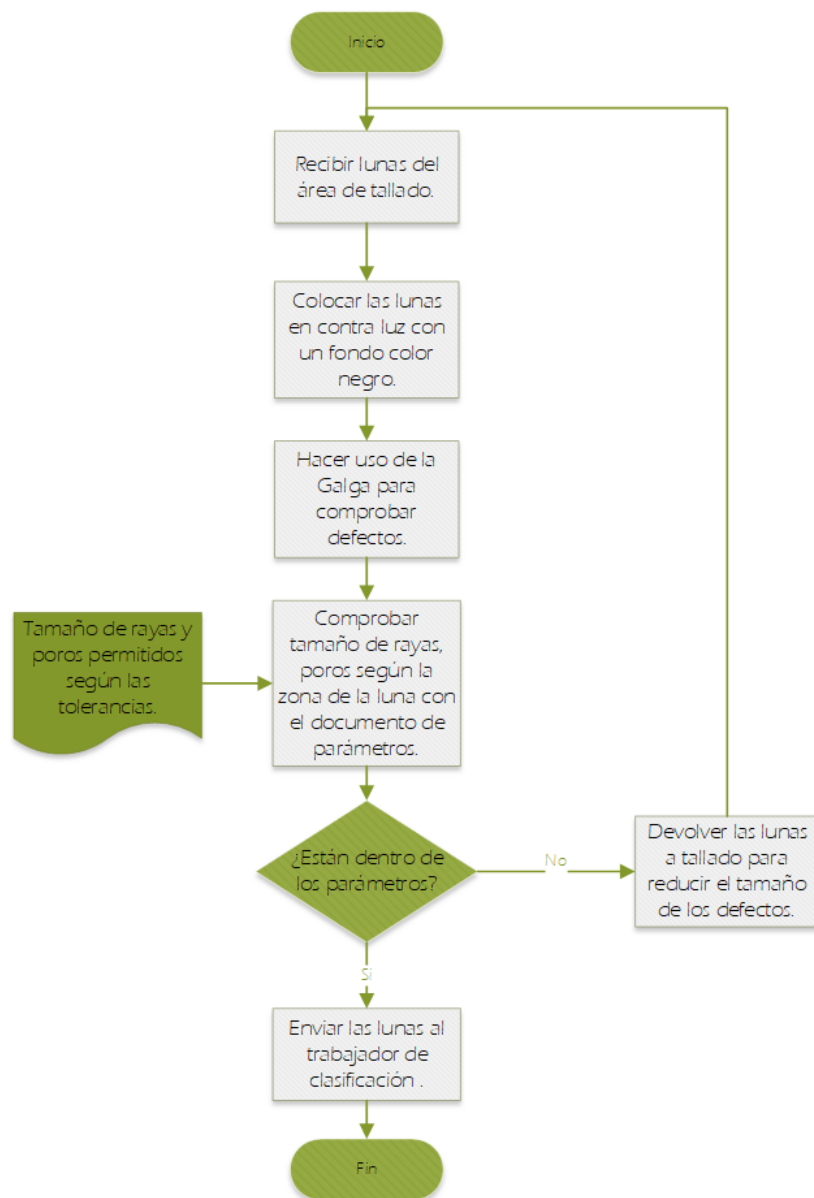
	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	9 de 31

6.1.1 Diagrama de flujo para control de calidad.

El siguiente diagrama de flujo describe los pasos a seguir para realizar el proceso de control de calidad de manera correcta.

Figura 30

Diagrama de flujo para control de calidad



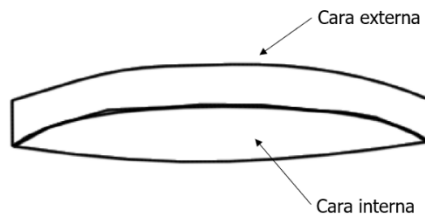
	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	10 de 31

6.1.2. Proceso para realizar el control de calidad.

1. Recibir lunas del área de tallado: Todas las cajas con lunas recibidas deben colocarse boca arriba **Ilustración 5**. Si las lunas son entregadas boca abajo, es obligatorio realizar un control visual para verificar que no presenten defectos en su superficie. En caso de detectar fallas, las lunas deben ser devueltas al área de tallado.

Ilustración 5

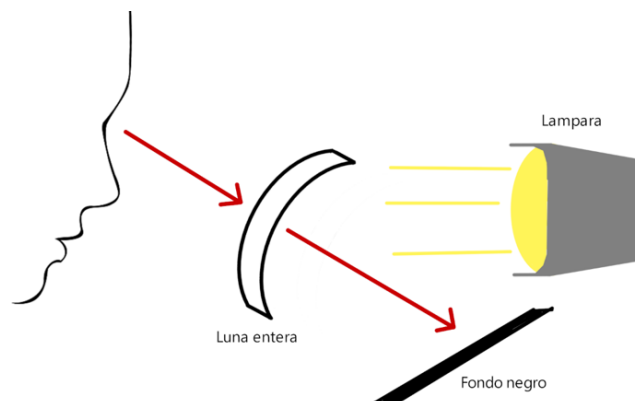
Caras que tiene una luna



2. Sostener la luna por los bordes utilizando guantes quirúrgicos proporcionados por la empresa. Luego, colocar la luna a contraluz sobre un fondo negro, también suministrado por la empresa.

Ilustración 6

Posición correcta para hacer el control de calidad.



Forma ideal de hacer el control de calidad.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	11 de 31

3. Tener a la mano la regla Galga **Figura 31** y la hoja de tolerancias permitidas para poros y rayas.

Figura 31

Fotografía de la herramienta para la medición de rayas y poros



Nota: Herramienta de medidas para identificar el tamaño de los poros y rayas que puede haber en una luna. Fotografía tomada por el autor.

4. Comprobación: Con ayuda de la regla Galga y la hoja de tolerancias, observar el reflejo del lente generado por la luz sobre el fondo negro. Verificar si hay rayas o poros que excedan los límites permitidos. En caso de detectar fallas fuera de las tolerancias establecidas, marcarlas con el instrumento proporcionado por la empresa.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	12 de 31

4.1 Devolver lunas: Las cajas con lunas que no cumplan con las tolerancias permitidas deben apilarse en torres de máximo cinco cajas y ser devueltas al área de tallado.

5.- Enviar lunas: Las lunas que cumplan con las tolerancias permitidas deben colocarse en sus respectivas cajas y enviarse en torres de hasta cinco cajas al operario encargado de la clasificación.

6.2. Clasificación de lunas.

La clasificación de lunas se realizará después del control de calidad en el área de AR. Esta es una de las etapas más importantes del proceso, ya que las lunas se separarán de las cajas y se le asignará un código a cada par. Este código permitirá que las lunas sean fácilmente localizadas y colocadas en su respectiva caja después de haber sido sometidas al tratamiento antirreflejo. El código será el mismo que el número de serie de cada caja

Figura 32.

Figura 32

Fotografía de las cajas que contiene trabajos con su respectivo código.



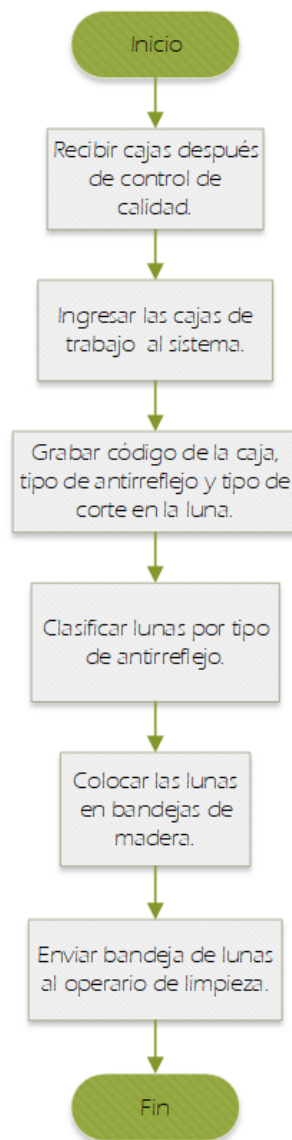
	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	13 de 31

6.2.1 Diagrama de flujo para la clasificación de lunas.

En el siguiente diagrama de flujo sobre la clasificación de lunas se presentan los pasos a seguir para realizar el proceso de forma correcta.

Figura 33

Diagrama de flujo para la clasificación de lunas



	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	14 de 31

6.2.2. Proceso para realizar la clasificación de lunas.

1. Recibir cajas: Después del control de calidad, es necesario agrupar las cajas en torres con una altura máxima de 10 cajas.

2. Ingresar cajas al sistema: Utilizando el lector de códigos de barras, se debe escanear el código que se encuentra en el costado de cada caja **Figura 32**. Esto permite registrar el ingreso de la caja en el sistema, obteniendo información sobre el día, la hora y las personas que están trabajando con ese lote de trabajo.

3. Grabar el código en la luna: Para clasificar las lunas, es necesario conocer que existen tres caracteres que tienen su respectivo significado **Tabla 10**. Se deben escribir los números que están en el costado de la caja junto con sus respectivas lunas, utilizando el taladro proporcionado por la empresa.

En el lado derecho de los números escritos, es necesario colocar la letra inicial del tipo de antirreflejo que se aplicará, de acuerdo con la orden de trabajo **Tabla 11**. Con esta clasificación, se puede identificar qué lunas pertenecen a cada caja y el tipo de antirreflejo que se debe aplicar **Ilustración 7**.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	15 de 31

Tabla 10

Propuesta de tabla de codificación para las lunas ingresadas al área de AR.

Código	Significado
####	Numero de caja
@	Tipo de tratamiento anti-reflejo
*	Tipo de luna. Completa o cortada.

Tabla 11

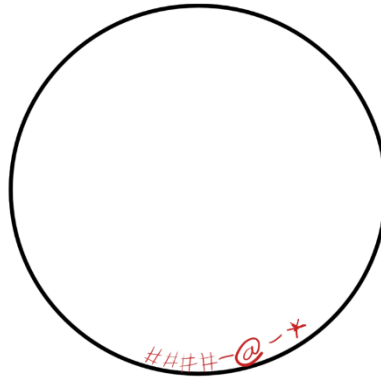
Tabla de codificación para cada tipo de tratamiento antirreflejo.

Tipo de anti-reflejo	Letra de designación.
AR	No se coloca nada
SHF	SH
EasyPro	E
Rock	R
Shapphin	S
Optifog	O

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	16 de 31

Ilustración 7

Ejemplo de cómo debe hacer la codificación en las lunas



Nota: Cada luna será grabado con un taladro de mano a borde de la luna con su codificación respectivamente.

En la parte derecha, después de colocar la inicial del tipo de antirreflejo, será necesario añadir un carácter adicional para indicar si la luna es entera o cortada, con el fin de determinar el proceso posterior. La clasificación correspondiente se muestra en la **Tabla 12**.

Tabla 12

Tabla complementaria para la codificación de lunas enteras o cortadas

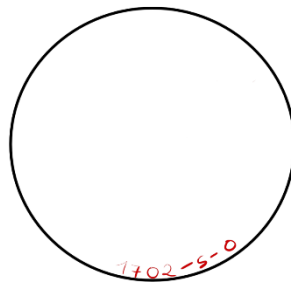
Opciones para el tipo de lunas ‘*’	Significado
X	La luna será cortada en un paso posterior
0	Es una luna entera sin cortes.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	17 de 31

A continuación, se presenta un ejemplo tanto para lunas cortadas como enteras. En la **Ilustración 8**, se puede observar un ejemplo de cómo se identificaría si la luna que va a ingresar al área de AR será cortada o no. La primera designación corresponde a los números "1702", que identifican la caja a la que pertenece la luna para su posterior tratamiento antirreflejo. Esto garantiza que la luna será ubicada correctamente y colocada en su respectiva caja para los procesos posteriores. La letra "S" hace referencia al tratamiento "Shapphin", como se indica en la **Tabla 11**, y esta capa debe ser aplicada a la luna. Por último, la cifra "0" indica que la luna no será cortada y deberá pasar por un control de calidad más riguroso, como se señala en la **Ilustración 9**.

Ilustración 8

Ejemplos propuesta para la codificación en lunas enteras.



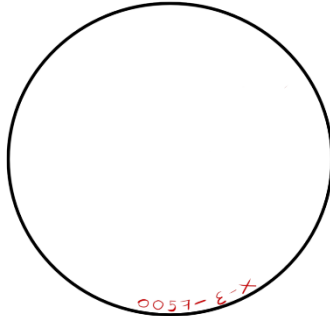
Nota: Ilustración creada por el autor.

Para el segundo ejemplo, se presenta la **Ilustración 9** que muestra un caso similar al de la **Ilustración 8**, con la diferencia de que en este caso la luna será cortada. En esta ilustración, se incluye el número para identificar la caja a la que pertenece la luna, el tipo de antirreflejo que se debe aplicar y, por último, la letra "X", que indica que la luna será cortada según la forma del marco del lente en un proceso posterior.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	18 de 31

Ilustración 9

Ejemplos propuesta para la codificación en lunas que serán cortadas.



Nota: Lunas que será cortada en un proceso posterior en donde se identifica X dando a entender que en la zona tres habrá cortes.

6.3 Limpieza de lunas

La correcta limpieza de las lunas oftálmicas antes de aplicar el tratamiento antirreflejo es fundamental para garantizar la calidad y durabilidad del producto final. Una luna contaminada con partículas de polvo, pelusa, grasa o cualquier pequeño residuo en la superficie de la lente como se ve en la **Figura 34** y **Figura 35** puede afectar la adherencia del recubrimiento, generando desperfectos como burbujas, manchas o desprendimiento prematuro. Esto compromete la calidad del antirreflejo, además de aumentar los costos debido a los reprocesos y rechazos durante el control de calidad final. Una limpieza adecuada de las lunas asegura una superficie óptima, mejorando la refracción de la luz, la estética y la vida útil de las lentes, lo que da como resultado la satisfacción del cliente al recibir un producto de calidad.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	19 de 31

Figura 34

Fotografía de luna con suciedad en la superficie



Nota: Fotografía tomada por el autor.

Figura 35

Fotografía de luna contaminada con una huella digital



Nota: Huella dactilar en la superficie de la luna en donde se considera 'Luna contaminada'. Fotografía tomada por el autor.

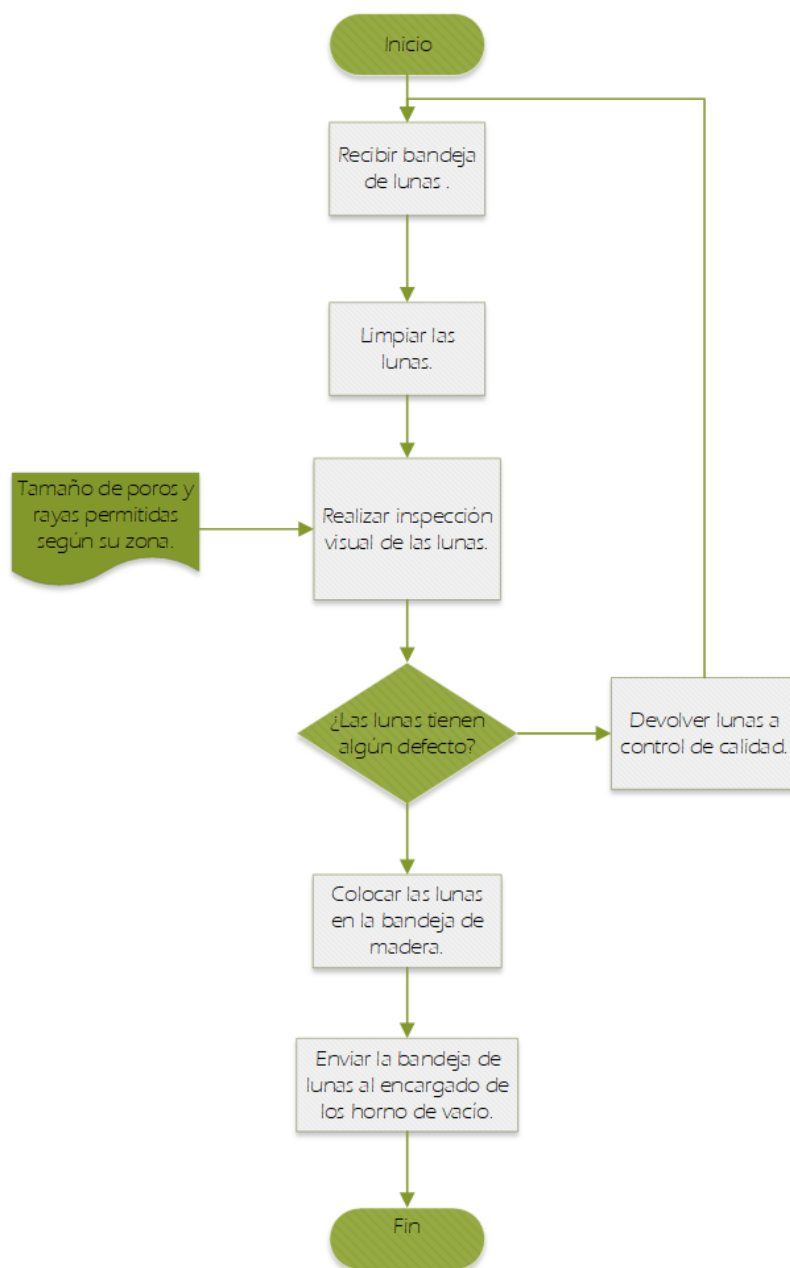
	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	20 de 31

6.3.1 Diagrama de flujo para limpieza de lunas.

En el siguiente diagrama de flujo sobre la limpieza de lunas, se describen los pasos a seguir para realizar el proceso de manera correcta.

Figura 36

Diagrama de flujo para la limpieza de lunas



	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	21 de 31

6.3.2. Proceso para realizar la limpieza de lunas.

1. Recibir bandeja de lunas: Todas las lunas serán recibidas después del proceso de clasificación, para ser limpiadas y realizar la última inspección visual antes de pasar al área del horno de vacío para aplicar la capa antirreflejo.

2.Limpiar las lunas: Tomar las lunas por los bordes con las yemas de los dedos, usando los guantes quirúrgicos proporcionados por la empresa. Identificar qué tipo de zonas presentan las lunas con la ayuda de la **Ilustración 10**.

2.1. Luego, identificar el tipo de luna mediante el código escrito en el proceso anterior, para determinar si se trata de una luna cortada o entera. Por favor, consultar las **Ilustración 8 e Ilustración 9**, y comparar con la **Tabla 12**, donde se detalla que tipo de lunas son. Para entender mejor por qué existe una diferencia entre **las lunas enteras y las cortadas**, se debe observar lo que se muestra en la **Tabla 10, Ilustración 10 ,Ilustración 11 , Ilustración 12**.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	22 de 31

Tabla 13

Tabla donde está el grado de importancia con respecto a cada color




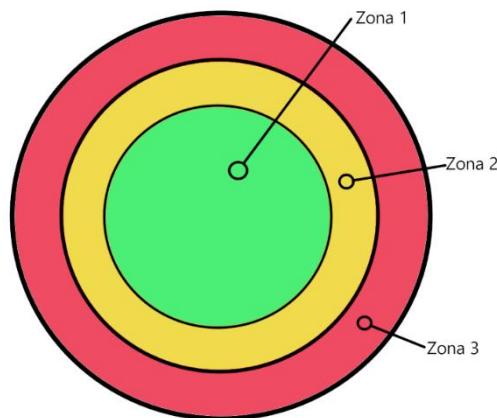
Color	Grado de Importancia
	Alto. No debe tener imperfecciones
	Medio. Se permiten imperfecciones mínimas. Hacer uso de la Galga y el manual operativo para identificar el tamaño de poros y rayas.
	Bajo. Se permite imperfecciones considerables. Hacer uso de la Galga y el manual operativo para identificar el tamaño de poros y rayas.

Ilustración 10

Grafica zonas con mayor nivel de importancia en lunas que serán cortadas



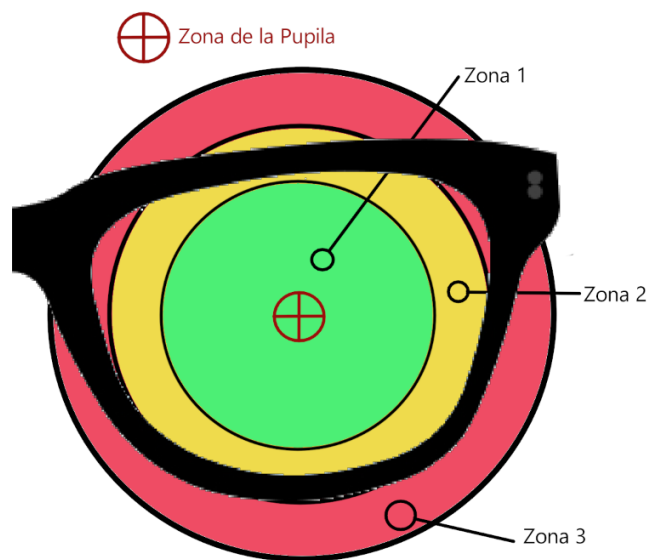
Nota: Ilustración creada por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	23 de 31

Las lunas cortadas son contadas según el marco de los lentes ya que estos dictan la forma en que se cortarán las lunas. Como se puede apreciar, en la zona 3 una gran parte de la luna es cortada, mientras que las zonas 2 y 1 están dentro del marco, donde se alojará la luna. Es importante que la pupila pueda ver a través de las lunas sin ningún tipo de imperfección, por lo que la zona 1 siempre tendrá un grado de importancia alto.

Ilustración 11

Zonas de una luna serán cortadas según la forma del marco de los lentes



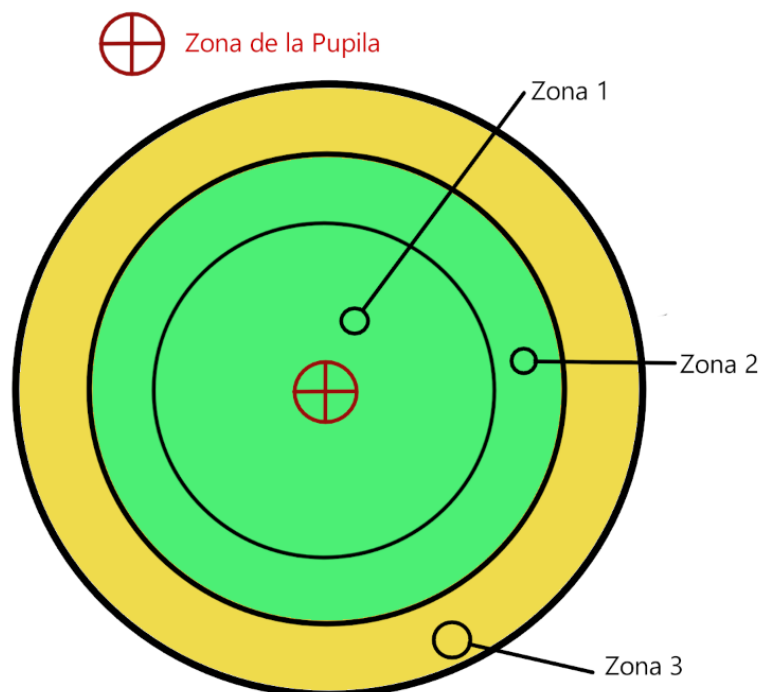
Nota: Grafica en donde buena parte de la zona 3 será cortada y diseñada por el corte según la forma del marco en las lentes. Ilustración creada por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	24 de 31

En las lunas enteras, el grado de importancia es mayor, ya que este tipo de lunas será enviado a la óptica que realizó el pedido. Cada óptica tiene su nivel de tolerancia para realizar el corte de acuerdo con la forma del marco de los lentes. Por este motivo, el grado de importancia es mayor, para evitar la devolución de lunas y la desconfianza de las ópticas que trabajan con la empresa fabricante de lunas oftálmicas.

Ilustración 12

Grafica para representar mediante colores la importancia de las lunas enteras para control de calidad.



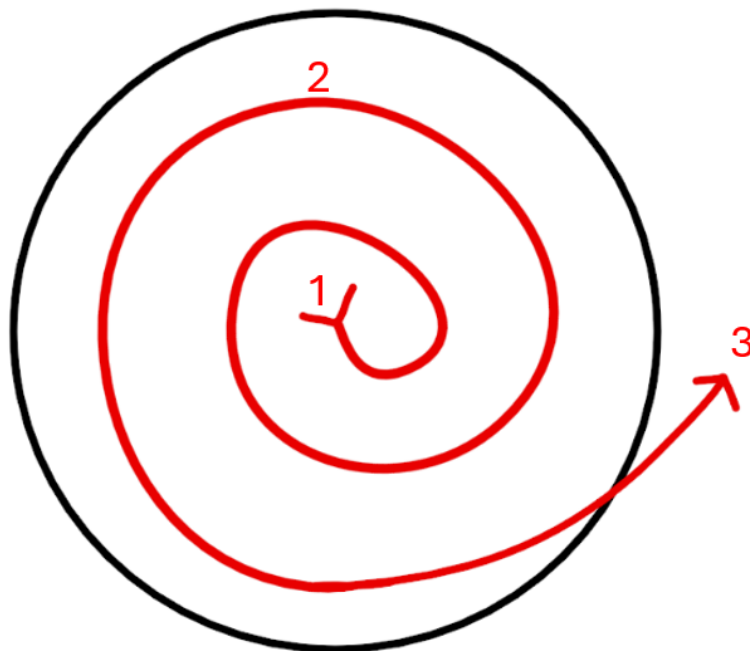
Nota: La zona de la pupila tiene un mayor grado de importancia donde se debe evitar rayones y poros. Ilustración creada por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	25 de 31

2.2. Colocar la luna a contra luz con un fondo negro para comprobar que no hay poros y rayas en la zona 1, zona 2 y zona 3. Tomar en cuenta el grado de importancia de las lunas enteras y como cortadas para realizar un buen trabajo y evitar el reproceso. Con ayuda del kleenex y metanol prociónimo por la empresa las lunas se deben limpiarse de la siguiente **Ilustración 13**. iniciando desde el punto 1 hasta acabar en el punto tres con movimientos circulares.

Ilustración 13

Forma ideal para hacer la limpieza de las lunas.



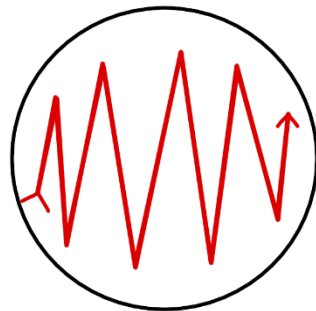
Nota: Limpieza de la luna dando formas circulares para quitar la suciedad y cuidar las lunas. Ilustración creada por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	26 de 31

Evitar limpiar las lunas con movimientos en zigzag tanto de forma horizontal como vertical ya que esto puede perjudicar la limpieza al no cubrir la totalidad de la superficie, como consecuencias se tendrá el desprendimiento del antirreflejo de forma prematura. En las siguientes imágenes se demuestra la forma incorrecta según los manuales que tiene la empresa matriz de realizar la limpieza de lunas oftálmicas.

Ilustración 14

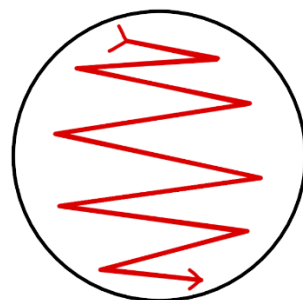
Forma número uno en la cual las lunas se limpian las lunas



Nota: Es la forma que se limpia la luna al momento de realizar la investigación del área de AR. Ilustración creada por el autor.

Ilustración 15

Forma número dos en la cual las lunas se limpian las lunas



Nota: Segunda forma que se limpia las lunas. Ilustración creada por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	28 de 31

3. Realizar inspección visual: Después de limpiar la luna, es necesario realizar una inspección visual con la ayuda de la lámpara y el fondo negro proporcionado por la empresa **Ilustración 16**. Se debe tener en cuenta la diferencia de importancia entre las lunas enteras y las cortadas. Para un mayor apoyo, es necesario utilizar la herramienta "Galga", junto con las tolerancias permitidas por la empresa **Tabla 8**, para asegurar un trabajo correcto.

Ilustración 16

Posición correcta para hacer el control de calidad

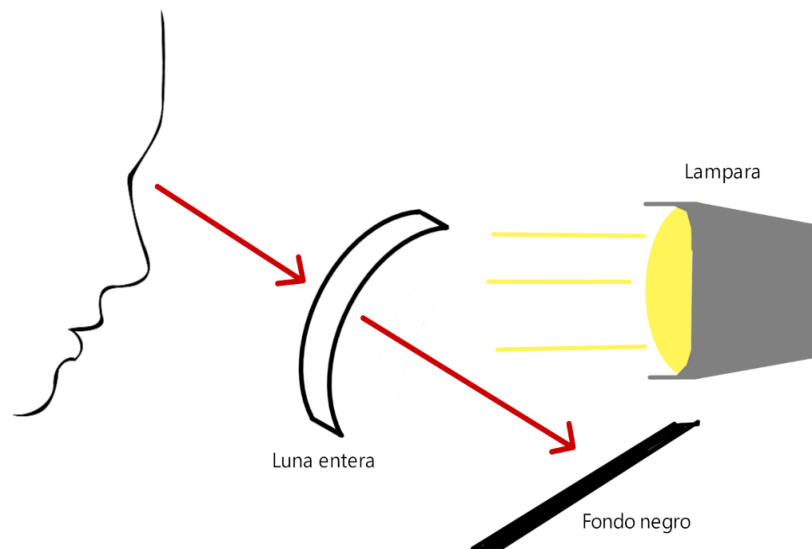


Figura 37

Fotografía de la herramienta para el control de calidad en el área de AR



Nota: Herramienta para hacer el control de calidad de poros y rayas. Fotografía tomada por el autor.

En caso de que la luna presente defectos, es necesario anotarlo en la hoja de "Novedades", describiendo qué tipo de luna es, en qué zona se encuentra el defecto y qué tipo de defecto es. Las lunas que no tengan defectos deben ser colocadas en la bandeja para entregarlas al encargado de control de calidad.

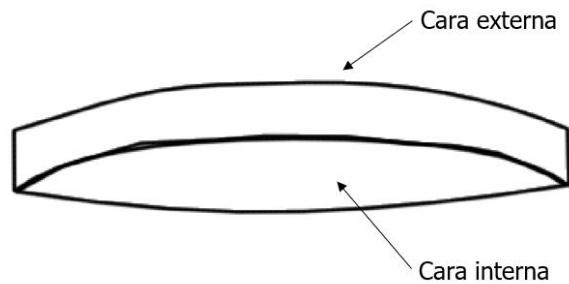
3.1. Colocar las lunas en la bandeja: Todas las lunas que hayan pasado el control visual deben ser colocadas en la bandeja con la parte exterior de la luna mirando hacia el techo

Ilustración 17.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	29 de 31

Ilustración 17

Caras que tiene una luna.



4. Entrega: Entregar una bandeja a la vez al encargado del área de los hornos de vacío para que se les coloque el respectivo antirreflejo.

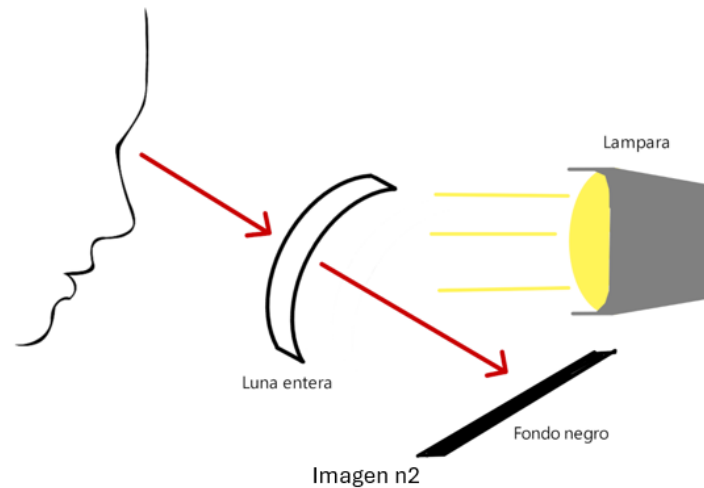
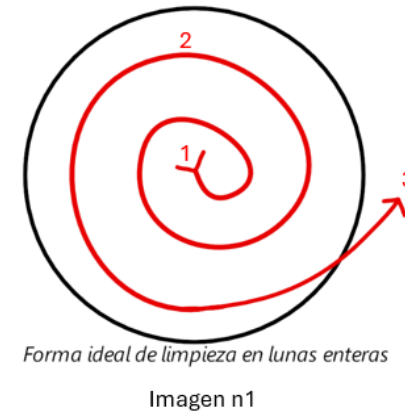
NOTA: Se recomienda hacer uso de las ilustraciones mostradas en este documento; por lo tanto, se sugiere realizar impresiones a color y tener esta información a la mano para resolver cualquier duda. Se ha preparado un manual resumido **Ilustración 18** que puede ser impreso y utilizado como referencia. Además, se recomienda tener el manual en formato físico en una de las estanterías del área de AR para facilitar su acceso.

Ilustración 18

Recomendación para la actualización y unificación de los manuales operativos.

- **Forma de limpieza para lunas enteras.**

- 1.- Hacer uso del kleenex Ultra Foor para hacer la limpieza.
- 2.-Remojar una punta del Kleenex en el frasco de metanol.
- 3.-Agarrar con una mano los filos luna mientras la otra sostiene el kleenex.
- 4.- Limpiar la luna como se muestra en la 'Imagen n1' yendo desde 1 pasando por 2 y terminar en 3.
- 5.-Verificar que no allá rayas, poros o suciedad con ayuda de la lampara con un fondo negro se muestra en la siguiente 'Imagen n2'.



Nota: Manual recomendó realizado por el autor.

	MANUAL DEL ÁREA DE AR	Versión:	00
		Fecha:	2025/01/08
	PRO-000 Procedimientos AR	Página:	31 de 31

7. Mejora

Al unificar los documentos, y especialmente aquellos relacionados con el control de calidad y limpieza, se busca la mejora continua del producto final. Por lo tanto, cada nuevo documento generado a partir de las auditorías internas, así como las actualizaciones de procesos adaptados a la realidad de la empresa, deberá ser unificado, considerando todos los criterios de evaluación y auditorías. Además, cada uno de los procedimientos ya establecidos deberá pasar por un proceso de adaptación a lo largo del tiempo para garantizar una menor cantidad de lunas que necesiten rectificaciones.

7.1 No conformidad

Las lunas que no cumplan con los parámetros establecidos podrán ser recuperadas si presentan rayas C2 y poros de 0.4 "según la tabla de medidas". En estos casos, se deberá informar al encargado del área para solicitar el retallado e intentar reducir los defectos, de manera que el tratamiento antirreflejo pueda cubrirlos. En caso de que las rayas sean mayores a C2 o los poros sean superiores a 0.63, las lunas serán rechazadas. Se deberá informar al encargado del área para que realice la documentación correspondiente de las lunas rechazadas.

Resultados esperados:

La situación inicial de la empresa reveló que varias lunas presentaban fallas, en su mayoría asociadas a suciedad, rayones y poros. Algunos de estos defectos eran visibles antes de la aplicación del tratamiento antirreflejo, mientras que otros solo se apreciaban después del proceso. En este segundo caso, el reproceso resulta más costoso, ya que la luna debe someterse a una limpieza profunda para eliminar los químicos que componen la capa antirreflejo. Si la luna presenta rayones o poros, es necesario enviarla nuevamente al área de tallado, donde se deberá pulir hasta eliminar el desperfecto. En caso de que la falla no pueda ser eliminada por completo, se intentará minimizar al máximo el defecto antes de aplicar nuevamente la capa antirreflejo, con la esperanza de que los químicos cubran el rayón o poro. Sin embargo, si la imperfección persiste y no tiene solución, la luna será desechada.

Los procedimientos establecidos en las auditorías realizadas en el área de AR son de suma importancia y deben ponerse en práctica. Además, la integración de estos documentos en un solo archivo, tanto en formato virtual como físico, facilitará el acceso a los trabajadores, permitiéndoles encontrar respuestas a cualquier inconveniente dentro del área. La implementación de los procesos actualizados tras las auditorías deberá ser obligatoria, especialmente aquellos relacionados con la comprobación de la calidad de las lunas antes de aplicar la capa antirreflejo. En el control de calidad, será imprescindible el uso obligatorio de la herramienta "Galga" para medir el tamaño de rayas y poros y verificar si cumplen con las tolerancias establecidas en la **Tabla 8** de la empresa. Asimismo, se deberá seguir el procedimiento correcto para la limpieza de las lunas y eliminar cualquier resto de suciedad, como se indica en la **Ilustración 133**.

Cronograma de actividades para implementar la propuesta

Es necesario elaborar un cronograma de actividades para iniciar la implementación de las propuestas relacionadas con la unificación de todos los procedimientos en un único documento, así como la mejora de las mesas en el área de AR de la empresa fabricante de lunas oftálmicas. En la Tabla 144 se detallan las actividades a realizar para llevar a cabo la implementación de estas propuestas, considerando el tiempo necesario para su ejecución.

Tabla 14

Cronograma de actividades

Cronograma de actividades.	
Actividades.	Descripción.
Presentación de las propuestas.	Se desarrollará una reunión con el gerente de la empresa y los encargados del área de AR para explicar las mejoras
Análisis de las propuestas.	Con el encargado de área de AR se hará el análisis de las propuestas para hacer la respectiva implementación.
Unificación de documentos.	Todos los documentos creados a partir de auditorías realizadas en la zona del AR serán unificados en un solo documento enfocado a los procesos que se deberán realizar.
Mejorar de las mesas.	Se mandará a realizar extensiones para las patas que tienen las mesas de 6cm de

altura y se los colocara fuera del horario
laboral.

Capacitación de los cambios a realizar.

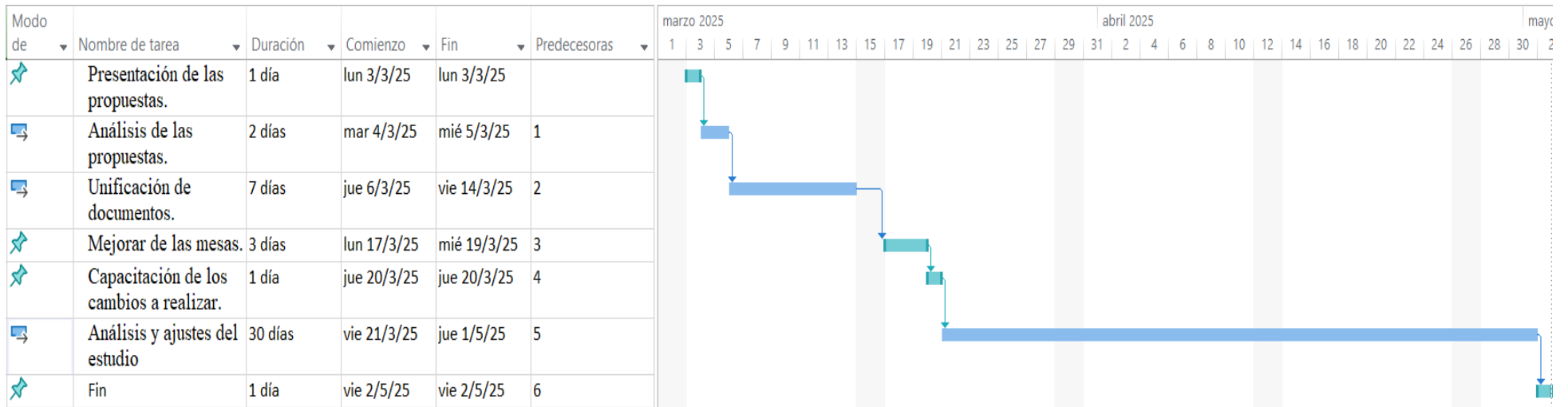
El equipo de trabajo del AR será informado de los nuevos procedimientos que deberán seguir como la importancia de usar el uniforme adecuadamente.

Análisis y ajustes del estudio

Verificar la implementación de las propuestas de forma continua con su respectivo seguimiento en la fabricación de lunas oftálmicas.

Figura 38

Cronograma de actividades para la mejora propuesta



Nota: Fechas en donde se levó acabó cada actividad propuesta en el cronograma de actividades para ejecutar las ideas propuestas.

Análisis de costos

El análisis de costos es fundamental para cualquier tipo de proyecto, ya sea pequeño o grande, ya que permite tener una idea clara de lo que se llevará a cabo, los insumos necesarios y la mano de obra involucrada, entre otros aspectos. Conociendo los costos asociados, la empresa podrá gestionar eficientemente las operaciones a lo largo del tiempo, con el objetivo de optimizar el trabajo y mejorar su eficiencia **Tabla 155**.

Tabla 15

Análisis del costo para el proyecto.

Rublo/ Empleado	Encargado de AR		Asistente	
Salario mínimo	\$	470,00	\$	470,00
Sueldo nominal	\$	1.100,00	\$	200,00
IESS 11,35%	\$	121,00	\$	22,00
Fondos de reserva	\$	150,00	\$	50,00
Total, mensual	\$	1.840,00	\$	742,00

Es importante aclarar que el proyecto se llevará a cabo dentro de una empresa, donde el mayor costo será el computador proporcionado para el asistente, ya que la mayoría de los empleados cuentan con su propio equipo. En este computador se realizará el trabajo de recopilación y unificación de los documentos en un solo archivo.

Tabla 16

Análisis del costo de insumos para el proyecto.

Insumos	Costo
Alimentos	\$60
Computadora (asistente)	\$300
Transporte	\$40
Insumos de oficinas	\$40

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- Al realizar el análisis dentro del Área de Antirreflejo, se ha determinado que existen inconvenientes con las lunas oftálmicas que pasan por esta sección, ya que una parte de ellas debe ser reprocesada debido a fallas en el campo visual donde estará la pupila. Esto ocurre en lunas que serán cortadas en un proceso posterior. Por otro lado, las lunas que no serán cortadas y presentan fallas en la zona 2, donde no deben tener imperfecciones como se ve en la **Tabla 8**, requieren rectificación principalmente por la presencia de rayas, poros y suciedad como se demuestra en las **Figura 34** y **Figura 35**. La ausencia de un documento único y actualizado que unifique todos los procesos dentro del Área de Antirreflejo dificulta la resolución de inconvenientes que surgen en el día a día. Además, los empleados continúan utilizando métodos desactualizados en el control de calidad en la **Tabla 4** para el ingreso de lunas a esta área, lo que permite que defectos como poros, rayas y suciedad pasen desapercibidos, afectando la calidad del producto final.
- Colaborar dentro del área en todos los puestos fue de gran ayuda para comprender cómo se lleva a cabo cada proceso, así como para conocer la interacción entre los empleados. El uso de la regla 80/20, también conocida como la Ley de Pareto, resultó fundamental para identificar las principales causas de rectificación en el tratamiento antirreflejo. Así mismo, la aplicación de la técnica de los 5 ¿Por qué? permitió profundizar en el análisis de las causas raíz de los problemas relacionados directamente con la calidad del producto.

- La unificación y actualización de un manual exclusivo de procesos facilitará el acceso a cualquier información requerida dentro del área de AR, sin necesidad de solicitar permiso al supervisor para consultarlo. La reinterpretación del manual, especialmente en lo referente a la limpieza **Ilustración 13**, es fundamental para garantizar un adecuado control de calidad **Tabla 8**. Además, se deberá priorizar el uso de las tablas de tolerancia para optimizar el trabajo y minimizar errores.
- Se recomienda aplicar estas sugerencias para reducir la cantidad de lunas que requieren rectificación, lo que permitirá mejorar la calidad del producto final, disminuir el uso de recursos en cada reproceso y optimizar el puesto de trabajo en el área de control de calidad dentro de la zona de antirreflejo.

Recomendaciones:

- Es fundamental que la empresa implemente una estrategia para unificar todos los documentos generados a partir de las auditorías en un solo archivo, además de establecer un cronograma de actualización al menos una vez al año. Esto garantizará que la información clave relacionada con los procesos se mantenga actualizada, contribuyendo a que la empresa continúe siendo una de las mejores fábricas de lunas oftálmicas en Sudamérica.
- Se recomienda el uso de un checklist para el ingreso a la zona de los hornos de vacío en el área de AR, ya que este es uno de los procesos más importantes en la aplicación de la capa antirreflejo. Su implementación permitirá evitar cualquier tipo de contaminación en las lunas que serán tratadas. Esto es especialmente relevante si la empresa desea mantener un alto estándar de calidad en sus productos.

- La aplicación del método de los 5 ¿Porqués?, por ser una herramienta sencilla y adaptable a cualquier área, puede ayudar a profundizar en la identificación de problemas hasta encontrar su causa raíz, permitiendo luego la ejecución de un plan de acción. Este método debería formar parte de un conjunto de estrategias para la resolución de problemas y, al mismo tiempo, servir como mecanismo de prevención de futuros inconvenientes en la fabricación de lunas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acal, A. C. (15 de Julio de 2024). Obtenido de cuidateplus:
<https://cuidateplus.marca.com/ejercicio-fisico/2024/07/09/joroba-bufalo-sale-evitarla-ejercicios-181772.html>
- buyes-optical. (28 de Marzo de 2022). *buyes-optical*. Obtenido de <https://www.buyes-optical.mx>
- Capelo, D. L.-R. (2021). *Clinica Rementaria* . Obtenido de <https://www.clinicarementeria.es/publicaciones/como-funciona-el-ojo-humano-3.html>
- CASTRO, S. E. (2007). *ciencia.lasalle.edu.co*. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/e9f56dbb-4236-47fb-b0c0-51f98a9bdc3e/content>
- Center, V. (2023). *Vision Center*. Obtenido de <https://www.visioncenter.com.pe/blogs/lentes-oftalmicos/diferencias-lentes-filtro-azul-antireflex>
- Churchill, J. (8 de Diciembre de 22). *AAO*. Obtenido de <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/el-oftalmologo>
- Diego-Mas, J. A. (2 de 5 de 2020). *Ergonautas*. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Essilor. (2024). *Essilor-LATAM*. Obtenido de <https://www.essilor.com/latam-es/>
- García., T. (7 de Abril de 2023). *Lentesplus.com*. Obtenido de <https://www.lentesplus.com/mx/blog/articulo/lentes-moda-y-estilo-de-vida?srsId=AfmBOoDhq6zQ4CW92maEeV25yMdzMo86KhmHHarBn3Ahs1En-i1CmMX>
- Genua, I. L. (23 de Diciembre de 2021). *linazasoro-optika*. Obtenido de <https://tienda.linazasoro-optika.eus/gafas-de-sol-categorias-de-filtro-y-usos-recomendados/?srsId=AfmBOoqBT4rIIOrVb3Q56AEECbqVKoHv797zsr4z2r8xWjuWuSPJQJp1>
- Hoyos-Fernández, S. (1 de 11 de 2020). *orcid.org*. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0001-6034-695X>
- IAPB. (2020). *Vision Atlas*. Obtenido de <https://www.iapb.org/learn/vision-atlas/magnitude-and-projections/countries/ecuador/>
- Indulentes. (2024). *Indulentes.ec*. Obtenido de <https://www.indulentes.com.ec>
- Jessica Harwood, M. (1 de Noviembre de 2024). <https://flexbooks.ck12.org>. Obtenido de <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-vida-grados-6-8-en-espanol/section/11.46/primary/lesson/corrección-de-la-visión/#x-ck12-TVNMUy0yMC0yMi1jb3JyZWNoaXZILWxlbnNlcw..>


- Jorquera, M. C. (21 de 4 de 2017). *guiatecnica-ropa-contra-sustancias-quimicas 3M*. Obtenido de Institut National de Recherche et de Sécurité: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1571853O/guiatecnica-ropa-contra-sustancias-quimicas.pdf>
- Katati, D. M. (29 de Noviembre de 2024). <https://neurocirugiakatati.com>. Obtenido de <https://neurocirugiakatati.com/cifosis-dorsal-cervical/>
- Laoyan, S. (21 de Febrero de 2024). *Asana.com*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>
- LÁZARO, H. V. (2020). *core.ac.uk*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323345506.pdf>
- Lentesplus.com. (6 de Junio de 2024). *Lentesplus.com*. Obtenido de https://www.lentesplus.com/ar/blog/articulo/tus-ojos-y-los-riesgos-de-la-mala-iluminacion?srsId=AfmBOoqaejSgNHVvIsn5e8r63svciwZzxPslkFP_tztpo5-fPhHzN_lh
- Lookvision. (26 de Julio de 2024). <https://lookvision.es>. Obtenido de <https://lookvision.es/essilorluxottica-confirma-su-solido-crecimiento-de-los-ingresos-margenes-en-expansion-y-dos-adquisiciones-en-linea-con-su-estrategia>
- Ludwig, D. (4 de Enero de 2023). *Oxford Academic* . Obtenido de <https://academic.oup.com/nc/article/2023/1/niac018/6969138>
- Martins, J. (4 de Octubre de 2024). *Asana.com*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>
- Massa, P. J. (2019). *oa.upm.es*. Obtenido de https://oa.upm.es/54150/1/TFG_PABLO_JIMENEZ_MASSA.pdf
- Mecalux. (20 de Septiembre de 2023). *Mecalux.es*. Obtenido de <https://www.mecalux.es/blog/ley-de-pareto-80-20>
- Oftalmólogos, V. (28 de Nov de 2023). *Vistaoftalmologos.es*. Obtenido de <https://www.vistaoftalmologos.es/el-impacto-de-la-tecnologia-en-la-oftalmologia/#:~:text=La%20tecnología%20ha%20permitido%20el,glaucoma%20y%20la%20degeneración%20macular.>
- opticadhADMIN. (20 de Septiembre de 2020). *opticadhADMIN*. Obtenido de <https://opticadhvision.com/emetropia-miopia-hipermetropia-y-astigmatismo/>
- optisalud. (4 de Febrero de 2021). *optisalud*. Obtenido de <https://optisalud.cl/collections/marcos-opticos-con-forma-rectangular>
- Porter, D. (30 de Marzo de 2023). <https://www.aao.org>. Obtenido de <https://www.aao.org/salud-ocular/anteojos-lentes-de-contacto/las-nueve-partes-esenciales-de-los-anteojos>
- Santos, P. (11 de 11 de 2023). *repositorioacademico.upc.edu.pe*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671634>

- Turbert, K. B. (5 de Mayo de 2023). *https://www.aaopt.org*. Obtenido de <https://www.aaopt.org/salud-ocular/anatomia/partes-del-ojo>
- Vanek, J. (2024). *www.mdpi.com*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4360/16/16/2318>
- Virutasdehogar. (18 de Enero de 2024). *virutasdehogar.com*. Obtenido de <https://www.virutasdehogar.com/altura-de-una-mesa-de-escritorio/>
- Visionyoptica. (29 de Junio de 2022). *Visionyoptica.com*. Obtenido de <https://visionyoptica.com/la-concientizacion-debe-inspirar-la-accion-para-hacer-de-la-correccion-visual-una-prioridad-mundial/>
- Wetzlich. (2024). *www.wetzlich.de*. Obtenido de <https://www.wetzlich.de/es/fabricacion-de-lentes/>
- WHO. (10 de Agosto de 2023). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

ANEXOS

ANEXO 1

Carta de autorización por la empresa

<p>Quito 17 de septiembre del 2024</p> <p style="text-align: right;"> indulentes LABORATORIO DIGITAL</p> <p>Autorización:</p> <p>Por medio de la presente, la empresa Essilor Indulentes autoriza al estudiante Gary Andres Chanataxi Cuichan, con numero de cedula 1726734914, perteneciente a la institución educativa Universidad Indoamerica, a realizar actividades dentro de nuestras instalaciones con el objetivo de desarrollar su tesis con el título: “Mejora del proceso en el área de recubrimientos antirreflejos en una empresa fabricante de lentes oftálmicos”.</p> <p>La autorización está sujeta a la condición de que no se difunda ni comparta información confidencial o sensible perteneciente a la empresa. El estudiante se compromete a mantener la confidencialidad de todos los datos internos a los que tenga acceso durante su permanencia en la planta, solo podrá utilizar únicamente la información autorizada para fines académicos.</p> <p>La presente carta tiene validez durante el periodo que se desarrollara la tesis, desde el martes 17 de septiembre del 2024 hasta el día viernes de marzo del 2025.</p>
--

Nota: Carta en donde se da la autorización al escritor de la tesis para proceder con la investigación dentro de las instalaciones.

Hoja de tolerancias.

AREA DE LA LENTE

LENTES DE VISION SIMPLE		LENTE BIFOCAL	
LENTE PROGRESIVA		LENTE CORTADA EN FORMA DE MONTURA CONOCIDA	

LENTES POLARIZADAS

Zones		Other	Spread	DEFECTS (spots & scratches)					Total zone
				Intensity					
				B2 - 0.15	B3 - 0.30	C1 - 0.40	C2 - 0.60	>C2	
EGGED LENS	1				2				3
EGGED LENS	2					2			7
UNCUT LENS	3			(*)	(*)	(*)			8

Conform
 Not Conform
 (*) Not counted for product conformity
 (N) Max. defects allowed

zonas		DEFECTOS (manchas y arañazos)					zona total
		Intensidad					
		B2 - 0.15	B3 - 0.30	C1 - 0.40	C2 - 0.60	>C2	
LENTE EGIDA	1		1 (lado cv)				1
LENTE EGIDA	2			1 (lado cv)			3
LENTE SIN CORTAR	3						5

Ajustarse
 No conforme
 (N) máx. defectos permitidos

Nota: Hoja actual en donde se detalla en que zonas está permitida más o menos fallas que estén dentro de las tolerancias que ha estipulado la empresa.

ANEXO 5

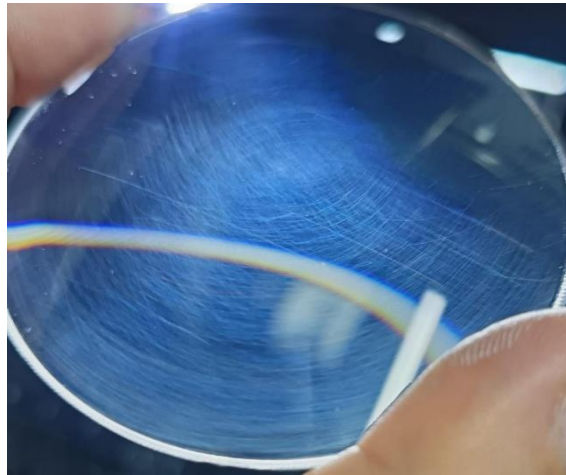
Control de temperatura en los hornos.



Nota: En la pantalla se muestra la temperatura actual que tiene el horno para que la capa antirreflejo se adhiera de forma correcta.

ANEXO 6

Lunas rayadas después de pruebas.



Nota: La luna presenta rayones en toda la superficie, es necesario ser rectificado.

ANEXO 7

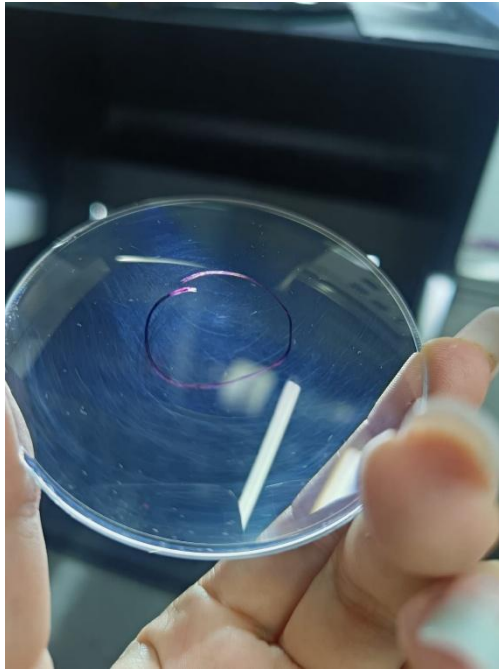
Luna rota



Nota: Luna de prueba que fue rota para comprobar la correcta manipulación del objeto en el proceso.

ANEXO 8

Luna con rayones en la zona 1



Nota: La luna presenta un rayón producido en la zona 1 por lo que tendrá que ser enviada a reprocesas para eliminar el defecto en la superficie.

ANEXO 9

Tabla de rectificaciones

Fecha	Turno	Numero de orden	Tipo de AR	Luna D / I	Zona	Tipo de falla
2/9/2024	Diurno	1453	AR	Derecha	ZONA 3	Poros
2/9/2024	Diurno	1331	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Rayas
2/9/2024	Diurno	1342	ROCK	Derecha	ZONA 2	Estrias
2/9/2024	Diurno	1335	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	AR no homogéneo
2/9/2024	Diurno	1321	SHF	Izquierda	ZONA 1	Poros
3/9/2024	Diurno	1326	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 3	AR desprendido
3/9/2024	Diurno	1345	ROCK	Derecha	ZONA 2	Grieta/ Roto
3/9/2024	Diurno	1422	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Poros
3/9/2024	Diurno	1473	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Poros
3/9/2024	Diurno	1416	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Espesor
4/9/2024	Diurno	1472	AR	Derecha	ZONA 1	Poros
4/9/2024	Diurno	1438	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Marca de anillo
4/9/2024	Diurno	1462	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Marca de garra
5/9/2024	Diurno	1418	AR	Derecha	ZONA 3	Marca de anillo
5/9/2024	Diurno	1485	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Marca de huellas
5/9/2024	Diurno	1412	AR	Derecha	ZONA 2	Suciedad
5/9/2024	Diurno	1458	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Estrias
5/9/2024	Diurno	1594	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Rayas
5/9/2024	Diurno	1550	AR	Izquierda	ZONA 2	Poros
5/9/2024	Diurno	1569	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Marca de anillo
5/9/2024	Diurno	1566	SHF	Ambas	ZONA 3	Tinte no homogéneo
6/9/2024	Diurno	1522	AR	Derecha	ZONA 1	Marca de huellas
6/9/2024	Diurno	1561	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Poros
6/9/2024	Diurno	1540	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	AR no cumple con el color establecido
6/9/2024	Diurno	1534	SHF	Derecha	ZONA 2	Poros
6/9/2024	Diurno	1680	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Rayas
7/9/2024	Diurno	1621	ROCK	Derecha	ZONA 1	Marca de garra
7/9/2024	Diurno	1649	AR	Izquierda	ZONA 3	Estrias
7/9/2024	Diurno	1666	SHF	Izquierda	ZONA 2	Espesor
9/9/2024	Diurno	1697	AR	Ambas	ZONA 1	AR desprendido
9/9/2024	Diurno	1633	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Rayas
9/9/2024	Diurno	1682	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Poros
9/9/2024	Diurno	1660	SHF	Izquierda	ZONA 1	Suciedad
9/9/2024	Diurno	1699	AR	Derecha	ZONA 3	Poros
9/9/2024	Diurno	1619	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Rayas
9/9/2024	Diurno	1673	AR	Derecha	ZONA 2	Marca de anillo
9/9/2024	Diurno	1664	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 1	Suciedad

10/9/2024	Diurno	1735	AR	Izquierda	ZONA 2	Rayas
10/9/2024	Diurno	1783	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Poros
10/9/2024	Diurno	1800	SHF	Derecha	ZONA 3	Doble recubrimiento
10/9/2024	Diurno	1745	AR	Izquierda	ZONA 1	Poros
10/9/2024	Diurno	1748	AR	Izquierda	ZONA 1	Rayas
10/9/2024	Diurno	1725	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Marca de huellas
10/9/2024	Diurno	1794	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Poros
10/9/2024	Diurno	1755	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	Rayas
11/9/2024	Diurno	1775	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Suciedad
11/9/2024	Diurno	1731	SHF	Ambas	ZONA 2	Deformacion por temperatura
11/9/2024	Diurno	1773	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Rayas
11/9/2024	Diurno	1708	AR	Izquierda	ZONA 1	Despredimiento de laca
11/9/2024	Diurno	1820	AR	Derecha	ZONA 3	Piel de naranja
12/9/2024	Diurno	1812	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Rayas
12/9/2024	Diurno	1742	SHF	Derecha	ZONA 1	Estrias
12/9/2024	Diurno	1817	EASYPRO	Derecha	ZONA 3	Poros
12/9/2024	Diurno	1929	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Rayas
12/9/2024	Diurno	1958	AR	Derecha	ZONA 2	Grieta/ Roto
13/9/2024	Diurno	1858	SHF	Derecha	ZONA 1	Poros
13/9/2024	Diurno	1868	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Suciedad
13/9/2024	Diurno	1962	AR	Derecha	ZONA 1	Rayas
13/9/2024	Diurno	1998	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Tinte no homogéneo
14/9/2024	Diurno	1854	AR	Derecha	ZONA 2	Espesor
14/9/2024	Diurno	1914	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Rayas
14/9/2024	Diurno	1960	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Olas
14/9/2024	Diurno	1870	AR	Izquierda	ZONA 1	Poros
16/9/2024	Diurno	1879	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Rayas
16/9/2024	Diurno	1949	EASYPRO	Ambas	ZONA 2	Suciedad
16/9/2024	Diurno	1972	AR	Izquierda	ZONA 3	Marca de huellas
16/9/2024	Diurno	1882	ROCK	Derecha	ZONA 1	Rayas
17/9/2024	Diurno	1928	SHF	Derecha	ZONA 1	Poros
17/9/2024	Diurno	1954	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Marca de garra
18/9/2024	Diurno	2004	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Rayas
18/9/2024	Diurno	1957	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Poros
18/9/2024	Diurno	1968	SHF	Izquierda	ZONA 1	Despredimiento de laca
18/9/2024	Diurno	1952	ROCK	Ambas	ZONA 3	Otros
19/9/2024	Diurno	1979	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Poros
19/9/2024	Diurno	1988	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Marca de anillo
19/9/2024	Diurno	2051	SHF	Izquierda	ZONA 3	Despredimiento de laca
19/9/2024	Diurno	1976	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Rayas
19/9/2024	Diurno	2054	ROCK	Derecha	ZONA 2	Poros
20/9/2024	Diurno	2054	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Otros
20/9/2024	Diurno	1996	EASYPRO	Ambas	ZONA 2	Suciedad

20/9/2024	Diurno	2021	EASYPRO	Izquierda	ZONA 3	Rayas
20/9/2024	Diurno	2131	AR	Derecha	ZONA 1	Poros
21/9/2024	Diurno	2189	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Espesor
21/9/2024	Diurno	2141	ROCK	Derecha	ZONA 2	Olas
21/9/2024	Diurno	2092	SHF	Derecha	ZONA 3	Poros
23/9/2024	Diurno	2077	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Despredimiento de laca
23/9/2024	Diurno	2091	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas
24/9/2024	Diurno	2187	AR	Derecha	ZONA 1	Marca de huellas
24/9/2024	Diurno	2146	SHF	Izquierda	ZONA 3	Rayas
24/9/2024	Diurno	2200	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Espesor
24/9/2024	Diurno	2090	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Poros
24/9/2024	Diurno	2178	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Poros
25/9/2024	Diurno	2184	AR	Izquierda	ZONA 3	Suciedad
25/9/2024	Diurno	2157	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Rayas
25/9/2024	Diurno	2137	AR	Derecha	ZONA 2	Poros
25/9/2024	Diurno	2186	SHF	Izquierda	ZONA 2	Marca de anillo
25/9/2024	Diurno	2109	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Estrias
26/9/2024	Diurno	2172	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Rayas
26/9/2024	Diurno	2070	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Poros
26/9/2024	Diurno	2150	ROCK	Derecha	ZONA 1	AR desprendido
26/9/2024	Diurno	2174	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Grieta/ Roto
26/9/2024	Diurno	2160	ROCK	Derecha	ZONA 3	Poros
26/9/2024	Diurno	2179	AR	Derecha	ZONA 1	Rayas
26/9/2024	Diurno	2185	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Poros
27/9/2024	Diurno	2331	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Tinte no homogéneo
27/9/2024	Diurno	2322	SHF	Izquierda	ZONA 3	Poros
27/9/2024	Diurno	2341	ROCK	Derecha	ZONA 1	Suciedad
27/9/2024	Diurno	2386	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Rayas
27/9/2024	Diurno	2354	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Poros
27/9/2024	Diurno	2309	AR	Derecha	ZONA 1	Despredimiento de laca
27/9/2024	Diurno	2393	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
27/9/2024	Diurno	2384	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Rayas
28/9/2024	Diurno	2300	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas
28/9/2024	Diurno	2375	SHF	Izquierda	ZONA 1	Olas
28/9/2024	Diurno	2431	AR	Izquierda	ZONA 3	Rayas
28/9/2024	Diurno	2343	SHF	Derecha	ZONA 1	Espesor
30/9/2024	Diurno	2417	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Marca de huellas
30/9/2024	Diurno	2439	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Poros
30/9/2024	Diurno	2357	ROCK	Derecha	ZONA 1	Rayas
1/10/2024	Diurno	2631	SHF	Ambas	ZONA 3	Estrias
1/10/2024	Diurno	2644	AR	Derecha	ZONA 2	Tinte no homogéneo
1/10/2024	Diurno	2548	AR	Izquierda	ZONA 2	AR no cumple con el color establecido
1/10/2024	Diurno	2639	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Suciedad

2/10/2024	Diurno	2514	SHF	Izquierda	ZONA 3	Poros
2/10/2024	Diurno	2652	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Olas
2/10/2024	Diurno	2652	ROCK	Derecha	ZONA 2	Rayas
2/10/2024	Diurno	2631	AR	Izquierda	ZONA 1	Poros
2/10/2024	Diurno	2510	AR	Izquierda	ZONA 2	Marca de garra
3/10/2024	Diurno	2504	EASYPRO	Ambas	ZONA 3	Tinte no homogeneo
3/10/2024	Diurno	2503	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	Poros
3/10/2024	Diurno	2526	SHF	Izquierda	ZONA 1	Suciedad
4/10/2024	Diurno	2505	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Rayas
4/10/2024	Diurno	2683	SHF	Derecha	ZONA 2	Poros
5/10/2024	Diurno	2645	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Tinte no homogeneo
5/10/2024	Diurno	2626	EASYPRO	Izquierda	ZONA 3	AR desprendido
5/10/2024	Diurno	2678	AR	Derecha	ZONA 1	Poros
5/10/2024	Diurno	2675	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Rayas
5/10/2024	Diurno	2596	SHF	Ambas	ZONA 2	Poros
7/10/2024	Diurno	2543	ROCK	Izquierda	ZONA 2	Marca de huellas
7/10/2024	Diurno	2647	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Poros
7/10/2024	Diurno	2696	ROCK	Derecha	ZONA 3	Estrias
7/10/2024	Diurno	2695	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Rayas
7/10/2024	Diurno	2654	SHF	Derecha	ZONA 3	Suciedad
7/10/2024	Diurno	2622	ROCK	Izquierda	ZONA 1	AR no homogeneo
7/10/2024	Diurno	2622	AR	Izquierda	ZONA 3	Otros
8/10/2024	Diurno	2628	SHF	Derecha	ZONA 2	Rayas
8/10/2024	Diurno	2511	EASYPRO	Izquierda	ZONA 3	Poros
8/10/2024	Diurno	2644	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Grieta/ Roto
8/10/2024	Diurno	2636	ROCK	Ambas	ZONA 3	Rayas
8/10/2024	Diurno	2674	AR	Izquierda	ZONA 2	Espesor
8/10/2024	Diurno	2588	SHF	Derecha	ZONA 3	Poros
9/10/2024	Diurno	2893	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Tinte no homogeneo
9/10/2024	Diurno	2802	ROCK	Derecha	ZONA 2	Marca de anillo
9/10/2024	Diurno	2885	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Rayas
9/10/2024	Diurno	2753	AR	Derecha	ZONA 3	Despredimiento de laca
9/10/2024	Diurno	2775	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Poros
9/10/2024	Diurno	2851	AR	Izquierda	ZONA 3	Espesor
10/10/2024	Diurno	2896	AR	Derecha	ZONA 2	Suciedad
10/10/2024	Diurno	2737	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
10/10/2024	Diurno	2705	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Olas
10/10/2024	Diurno	2786	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Rayas
10/10/2024	Diurno	2807	ROCK	Ambas	ZONA 3	Poros
10/10/2024	Diurno	2900	SHF	Izquierda	ZONA 3	Suciedad
10/10/2024	Diurno	2704	ROCK	Derecha	ZONA 2	Despredimiento de laca
11/10/2024	Diurno	2729	AR	Derecha	ZONA 1	Otros
11/10/2024	Diurno	2888	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Rayas

11/10/2024	Diurno	2760	ROCK	Derecha	ZONA 3	Poros
11/10/2024	Diurno	2852	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 1	Olas
11/10/2024	Diurno	2839	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 2	AR no homogeneo
11/10/2024	Diurno	2741	SHF	Derecha	ZONA 2	Despredimiento de laca
11/10/2024	Diurno	2859	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Rayas
14/10/2024	Diurno	2813	AR	Derecha	ZONA 3	AR no cumple con el color establecido
14/10/2024	Diurno	2853	ROCK	Derecha	ZONA 3	Deformacion por temperatura
14/10/2024	Diurno	2735	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Poros
14/10/2024	Diurno	2867	ROCK	Derecha	ZONA 2	Despredimiento de laca
14/10/2024	Diurno	2762	EASYPRO	Ambas	ZONA 1	Rayas
15/10/2024	Diurno	2826	AR	Izquierda	ZONA 3	AR no homogeneo
15/10/2024	Diurno	3061	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Estrias
15/10/2024	Diurno	3050	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Tinte no homogeneo
15/10/2024	Diurno	3068	SHF	Izquierda	ZONA 2	Rayas
16/10/2024	Diurno	3157	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Suciedad
16/10/2024	Diurno	3067	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	AR no cumple con el color establecido
16/10/2024	Diurno	3179	EASYPRO	Izquierda	ZONA 3	Poros
16/10/2024	Diurno	3099	SHF	Derecha	ZONA 1	Espesor
17/10/2024	Diurno	3157	AR	Izquierda	ZONA 2	Marca de anillo
17/10/2024	Diurno	3079	EASYPRO	Izquierda	ZONA 3	Rayas
17/10/2024	Diurno	3016	ROCK	Derecha	ZONA 1	Rayas
18/10/2024	Diurno	3089	SHF	Izquierda	ZONA 2	Marca de huellas
18/10/2024	Diurno	3136	EASYPRO	Ambas	ZONA 1	Tinte no homogeneo
18/10/2024	Diurno	3105	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	AR desprendido
18/10/2024	Diurno	3166	AR	Izquierda	ZONA 2	Rayas
18/10/2024	Diurno	3054	ROCK	Derecha	ZONA 2	Poros
18/10/2024	Diurno	3159	EASYPRO	Ambas	ZONA 1	Olas
19/10/2024	Diurno	3075	SHF	Izquierda	ZONA 2	Rayas
19/10/2024	Diurno	3011	EASYPRO	Derecha	ZONA 1	Poros
19/10/2024	Diurno	3090	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Tinte no homogeneo
19/10/2024	Diurno	3184	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	Rayas
19/10/2024	Diurno	3055	AR	Derecha	ZONA 1	Otros
19/10/2024	Diurno	3281	ROCK	Derecha	ZONA 2	Poros
19/10/2024	Diurno	3387	SHF	Izquierda	ZONA 2	Rayas
21/10/2024	Diurno	3331	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 2	Suciedad
21/10/2024	Diurno	3394	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Poros
21/10/2024	Diurno	3268	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Marca de garra
21/10/2024	Diurno	3315	ROCK	Derecha	ZONA 3	Grieta/ Roto
21/10/2024	Diurno	3263	SHF	Izquierda	ZONA 1	Rayas

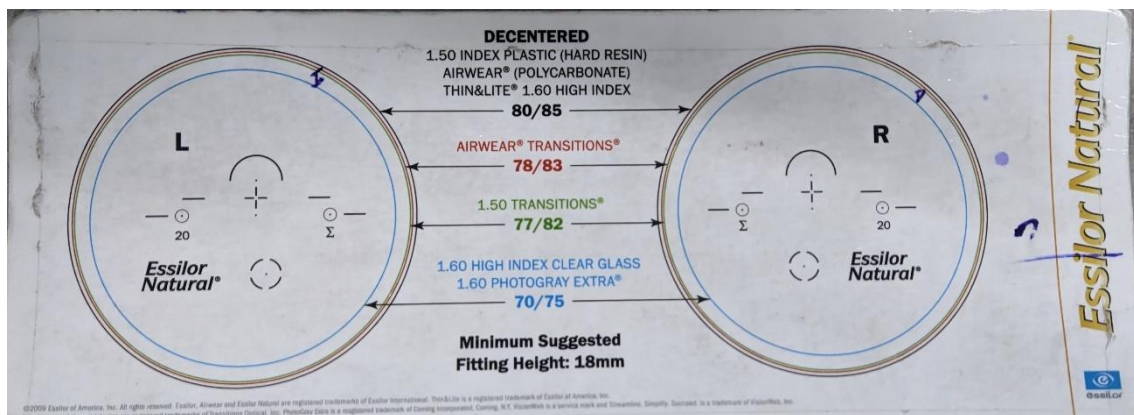
22/10/2024	Diurno	3405	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Suciedad
22/10/2024	Diurno	3381	ROCK	Derecha	ZONA 1	Tinte no homogéneo
22/10/2024	Diurno	3470	SHF	Izquierda	ZONA 3	Poros
22/10/2024	Diurno	3395	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	Olas
22/10/2024	Diurno	3361	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Estrias
22/10/2024	Diurno	3303	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Espesor
23/10/2024	Diurno	3455	AR	Derecha	ZONA 2	AR no cumple con el color establecido
23/10/2024	Diurno	3483	AR	Izquierda	ZONA 2	Rayas
23/10/2024	Diurno	3381	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	AR desprendido
23/10/2024	Diurno	3304	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Despredimiento de laca
24/10/2024	Diurno	3308	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
24/10/2024	Diurno	3759	ROCK	Ambas	ZONA 1	Doble recubrimiento
24/10/2024	Diurno	3946	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	AR no homogéneo
24/10/2024	Diurno	3604	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Otros
24/10/2024	Diurno	3623	SHF	Derecha	ZONA 1	Suciedad
25/10/2024	Diurno	3968	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas
25/10/2024	Diurno	3777	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
25/10/2024	Diurno	3514	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Rayas
25/10/2024	Diurno	3654	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Deformación por temperatura
25/10/2024	Diurno	3978	AR	Izquierda	ZONA 3	Rayas
26/10/2024	Diurno	3636	ROCK	Derecha	ZONA 1	Despredimiento de laca
26/10/2024	Diurno	3997	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 2	Poros
26/10/2024	Diurno	3924	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Piel de naranja
26/10/2024	Diurno	3607	AR	Derecha	ZONA 3	Deformación por temperatura
26/10/2024	Diurno	3721	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas
28/10/2024	Diurno	3800	ROCK	Izquierda	ZONA 3	AR no cumple con el color establecido
28/10/2024	Diurno	3884	AR	Derecha	ZONA 1	Poros
28/10/2024	Diurno	3901	SHF	Izquierda	ZONA 2	AR desprendido
28/10/2024	Diurno	3739	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Rayas
28/10/2024	Diurno	3875	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Suciedad
29/10/2024	Diurno	3728	AR	Izquierda	ZONA 3	Otros
29/10/2024	Diurno	3713	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Rayas
29/10/2024	Diurno	3761	EASYPRO	Ambas	ZONA 2	Poros
29/10/2024	Diurno	3589	AR	Derecha	ZONA 2	Despredimiento de laca
29/10/2024	Diurno	3774	SHF	Izquierda	ZONA 1	AR desprendido
29/10/2024	Diurno	3899	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 3	Poros
29/10/2024	Diurno	3607	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Despredimiento de laca

30/10/2024	Diurno	3820	AR	Izquierda	ZONA 3	Tinte no homogéneo
30/10/2024	Diurno	3741	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Rayas
30/10/2024	Diurno	3510	ROCK	Derecha	ZONA 2	Olas
30/10/2024	Diurno	3826	ROCK	Derecha	ZONA 3	Poros
30/10/2024	Diurno	3663	AR	Izquierda	ZONA 3	AR desprendido
30/10/2024	Diurno	3569	SHF	Derecha	ZONA 2	Deformación por temperatura
30/10/2024	Diurno	3558	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Espesor
31/10/2024	Diurno	3630	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Rayas
31/10/2024	Diurno	3867	EASYPRO	Ambas	ZONA 2	AR no cumple con el color establecido
31/10/2024	Diurno	3788	AR	Derecha	ZONA 2	Marca de garra
31/10/2024	Diurno	3928	SHF	Izquierda	ZONA 3	AR no homogéneo
31/10/2024	Diurno	3658	SHAPPHIN	Izquierda	ZONA 2	Estrias
31/10/2024	Diurno	3758	EASYPRO	Ambas	ZONA 3	Rayas
31/10/2024	Diurno	3784	ROCK	Derecha	ZONA 2	Poros
1/11/2024	Diurno	3395	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 3	Olas
1/11/2024	Diurno	3361	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Estrias
1/11/2024	Diurno	3303	ROCK	Izquierda	ZONA 1	Espesor
1/11/2024	Diurno	3455	AR	Derecha	ZONA 2	AR no cumple con el color establecido
2/11/2024	Diurno	3483	AR	Izquierda	ZONA 2	Rayas
2/11/2024	Diurno	3381	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	AR desprendido
2/11/2024	Diurno	3304	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Desprendimiento de laca
2/11/2024	Diurno	3308	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
4/11/2024	Diurno	3759	ROCK	Ambas	ZONA 1	Doble recubrimiento
4/11/2024	Diurno	3946	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	AR no homogéneo
4/11/2024	Diurno	3604	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Otros
5/11/2024	Diurno	3623	SHF	Derecha	ZONA 1	Suciedad
5/11/2024	Diurno	3968	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas
5/11/2024	Diurno	3777	ROCK	Izquierda	ZONA 3	Poros
6/11/2024	Diurno	3514	SHAPPHIN	Derecha	ZONA 1	Rayas
6/11/2024	Diurno	3654	EASYPRO	Izquierda	ZONA 2	Deformación por temperatura
7/11/2024	Diurno	3978	AR	Izquierda	ZONA 3	Rayas
7/11/2024	Diurno	3636	ROCK	Derecha	ZONA 1	Desprendimiento de laca
7/11/2024	Diurno	3997	SHAPPHIN	Ambas	ZONA 2	Poros
7/11/2024	Diurno	3924	EASYPRO	Izquierda	ZONA 1	Piel de naranja
8/11/2024	Diurno	3607	AR	Derecha	ZONA 3	Deformación por temperatura
8/11/2024	Diurno	3721	EASYPRO	Derecha	ZONA 2	Rayas

Nota: Hoja de datos proporcionado por la empresa para el estudio de la tesis en donde se encuentra los defectos que tiene las lunas en el transcurso del tiempo.

ANEXO 10

Paleta para controlar el tamaño de las lunas



Nota: Paleta de control de tamaño de las lunas, cada color define el tipo de las lunas como el tamaño de esta misma como el correcto posicionamiento de la luna.

ANEXO 11

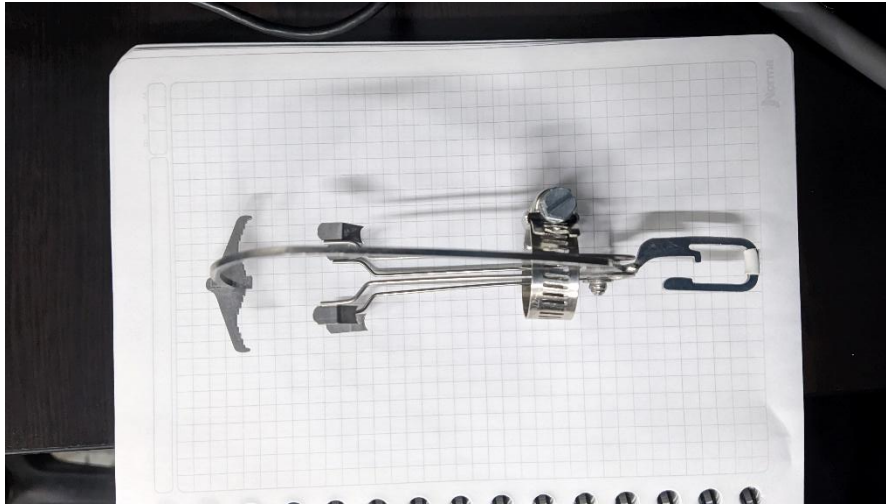
Lampara de plasma



Nota: La lampara de plasma es una de las herramientas utilizadas en el control de calidad posterior a los hornos de vacío para comprobar la adherencia de la capa antirreflejo.

ANEXO 12

Pinzas para agarrar las lunas



Nota: Pinzas que son utilizadas en el área de antirreflejo para manipular las lunas en el proceso después de colocar la laca líquida a las lunas y evitar el contacto con las de los trabajadores.

ANEXO 13

Aprobación de abstract por departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: CHANATAXI CUICHAN GARY ANDRES

TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO

ABSTRACT

IMPROVEMENT OF THE PROCESS IN THE ANTI-REFLECTIVE COATING AREA IN A COMPANY MANUFACTURING OPHTHALMIC LENSES

For an ophthalmic company, it is essential to have updated standards in lens manufacturing, where efficiency and quality are crucial aspects of products designed to enhance the visual quality of life for those who wear glasses. Improving ophthalmic lens manufacturing processes, especially in critical areas such as the application of anti-reflective (AR) coating, is essential, and quality control should be more rigorous. One of the main challenges is reducing the number of rectifications in the lenses, with the most common issues being scratches, pores, dirt, and fingerprints. To mitigate these problems, a proposal has been developed to update the process manual, establishing stricter criteria for inspecting lenses entering the anti-reflective area. The objective is to detect imperfections before they move on to the next phase of production, where the anti-reflective treatment will be applied.

Additionally, a new classification of the types of lenses manufactured by the company has been considered, differentiating between cut and whole lenses. This classification will facilitate the identification of those requiring greater attention during cleaning to remove any impurities. Removing these impurities is essential to prevent premature detachment of the anti-reflective coating and to reduce the number of defective lenses that require reprocessing. In this way, producing high-quality products will be ensured, allowing the company to establish itself as a leader in the optical industry.

KEYWORDS:

Anti-Reflective, Quality, Optical Industry

