

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Facultad de Gestión y Alta Dirección



**Diagnóstico y Análisis de Variables que Afectan la
Eficiencia del Proceso Productivo de la Vidriera Heinz Glas
Perú**

**Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Gestión
con mención en Gestión Empresarial que presenta:**

Julio Alejandro La Torre Rivas

José de Jesús Montes Quelopana

Asesor:

Franco Alberto Riva Zaferson

Lima, 2022

La tesis:

Diagnóstico y Análisis de Variables que Afectan la Eficiencia del Proceso Productivo de la Vidriera Heinz Glas Perú

ha sido aprobada por:

Miguel Ignacio Córdova Espinoza

[Presidente del Jurado]

Franco Alberto Riva Zaferson

[Asesor Jurado]

German Adolfo Velasquez Salazar

[Tercer Jurado]

A mis padres, Virna y Julio, por apoyarme y permitirme crecer gracias a su gran esfuerzo. A mi abuela por siempre recibirme y ayudarme cuando las situaciones se volvían complicadas. A mis tíos, por darme diversas oportunidades. A mis amigos, por comprender y apoyarme durante el proceso. A mi hermana por siempre cubrirme cuando lo necesitaba. Finalmente, a mi compañero José, quien entendió mi manera de hacer las cosas y supo complementar mi trabajo.

Alejandro La Torre

A mis padres, José y Cecilia, a quienes no dejé dormir por amanecerme y por todo el apoyo que me brindan. A mi hermana y cuñado quienes me prepararon mentalmente para la tesis y creyeron en mí. A mi abuela, por todo el tiempo que me dedicó y las ganas que me echó con su ejemplo. A mis compañeros del colegio, universidad y trabajo, con quienes se compartieron grandes ideas. Y a mi compañero Alejandro, con quien pudimos entendernos eficientemente para llevar a cabo esta investigación.

José Montes

RESUMEN

Durante los últimos años, la empresa Heinz Glas Perú ha mantenido un desempeño regular en cuanto a sus actividades de producción de vidrio. Si bien los trabajadores desde los puestos más técnicos hasta los altos cargos están determinados a dar lo mejor de sí mismos durante sus labores, no existe una diferencia significativa en cuanto al incremento de ventas o a la mejora de eficiencia dentro de las líneas de producción de la empresa. Parte de ello se debe a la falta de conocimiento de las variables que influyen en la cadena de producción de la empresa y el impacto que generan como consecuencia.

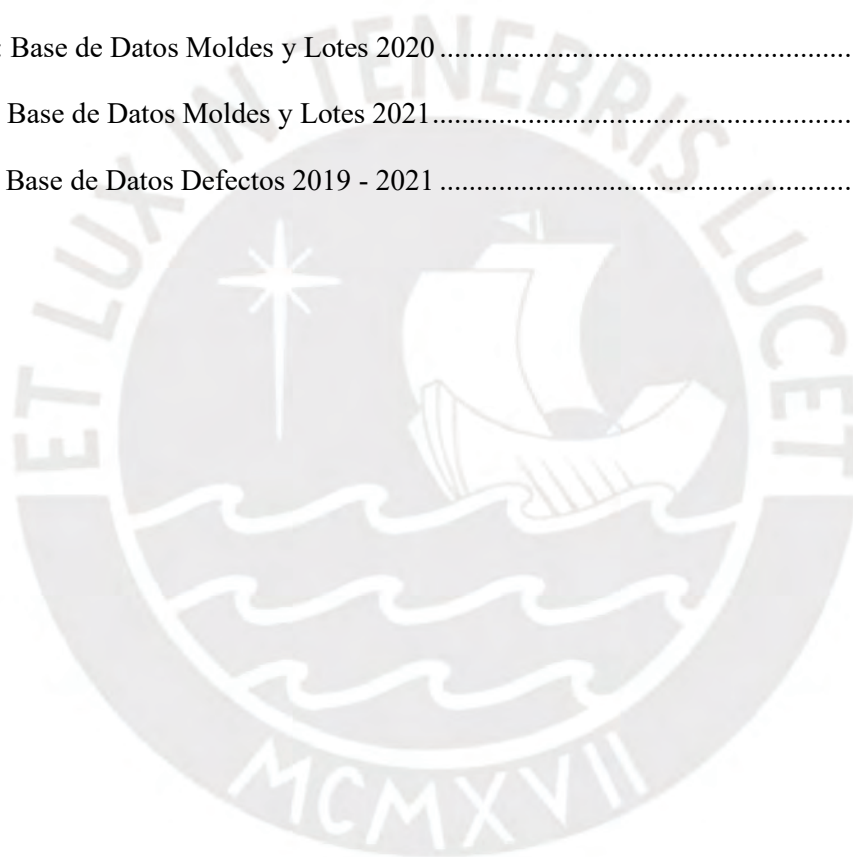
La presente investigación tiene como objetivo el diagnosticar la condición actual en la que se encuentra el proceso productivo de la empresa y determinar a través de un análisis las consecuencias que cada factor relevante puede tener a largo plazo. Por esta razón, se presenta en las primeras páginas una contextualización acerca de la empresa, así como el entorno en el cual se está desarrollando actualmente. Posteriormente, se presenta la metodología a la cual estará vinculado el análisis de la situación. A continuación, se presentarán los métodos de recolección de datos que serán tanto de carácter cualitativo como cuantitativo. Por último, se exponen los hallazgos obtenidos durante el trabajo de campo, y se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a ellos.

Palabras Claves: Industria del Vidrio, Eficiencia Productiva, Líneas de Producción, Diagnostico de Variables

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1. Contextualización y Problema de la Investigación.....	2
2. Objetivos y Preguntas de Investigación.....	13
2.1. Objetivo General.....	13
2.2. Objetivos Específicos	13
2.3. Pregunta General	13
2.4. Preguntas Específicas	13
3. Justificación	14
4. Viabilidad	14
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
1. Alcance	16
2. Diseño y Secuencia de la Investigación.....	17
2.1. Enfoque Metodológico	17
2.2. Estrategia de la Investigación	18
2.3. Diseño de la Investigación.....	19
3. Población Objetivo y Muestra	21
4. Herramientas y Técnicas de Recolección de Información.....	22
4.1. Entrevistas Exploratorias	22
4.2. Solicitud de Datos Históricos	23
4.3. Entrevistas de Campo	23
4.4. Estudio Interjueces.....	23
4.5. Entrevistas de Consolidación con Expertos.....	23
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN	25
1. Producciones de vidrio Flint (2019 - 2021).....	25
1.1. Base de Datos de Defectos.....	25
1.2. Base de Datos de Moldes y Lotes.....	29
2. Entrevistas Semi Estructuradas.....	32
3. Estudio de Fiabilidad Interjueces.....	39
4. Validación con Expertos.....	42
4.1. Calidad.....	43
4.2. Producción	44
4.3. Cuadros de Causas de Defectos	45

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
1. Conclusiones.....	47
2. Recomendaciones	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS	53
ANEXO A: Guía de Entrevista de la Fase de Medición para los Operadores Clave.....	53
ANEXO B: Guía de Entrevista de la Fase de Análisis para los Expertos.....	55
ANEXO C: Base de Datos Moldes y Lotes 2019	56
ANEXO D: Base de Datos Moldes y Lotes 2020.....	57
ANEXO E: Base de Datos Moldes y Lotes 2021.....	58
ANEXO F: Base de Datos Defectos 2019 - 2021	59



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Defecto de calidad: Base desnivelada (Heinz-Glas Perú).....	9
Figura 2: Defecto de calidad: Arrugas (Heinz-Glas Perú)	10
Figura 3. Secuencia de investigación	20
Figura 4: Pareto de defectos 2019	27
Figura 5: Pareto de defectos 2020	27
Figura 6: Pareto de defectos 2021	28
Figura 7: Ciclo del problema.....	48



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Líneas de producción y eficiencia 2019-2021	4
Tabla 2: Unidades anuales por línea IS 2017 - 2021.....	5
Tabla 3: Valores en USD aproximados 2018 - 2021.....	6
Tabla 4: Niveles de calidad (Heinz-Glas Perú).....	7
Tabla 5: Volumen de ventas (Heinz Glas Perú).....	11
Tabla 6: Ficha técnica de cargos de importancia	22
Tabla 7: Ficha Técnica de operarios clave	23
Tabla 8: Ficha técnica de expertos	24
Tabla 9: Unidades bloqueadas y su costo en dólares	26
Tabla 10: Ficha técnica de expertos	39
Tabla 11: Cuadro resumen de significancia	40
Tabla 12: Datos cruzados de muestra vs. patrón	41
Tabla 13: Datos cruzados de MOP vs. patrón.....	41
Tabla 14: Datos cruzados de MOP vs. patrón.....	42
Tabla 15: Análisis de defecto principal.....	46
Tabla 16: Análisis de defectos secundarios.....	46

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas deben estar permanentemente analizadas en su propuesta de valor, dado que finalmente el tipo de producto, su calidad y atributos hacen que sea valorado y consumido por los clientes, generando por lo tanto ventajas competitivas y comparativas para la subsistencia empresarial. Para ello, uno de los enfoques principales es el análisis de los procesos que conducen la transformación de insumos a productos, con las características y atributos que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes (Meléndez et al., 2017). Por ello, se considera necesario realizar un análisis sobre el proceso productivo de la organización y determinar cuál es la situación en la que se encuentra actualmente, incluyendo las variables que pueden influir de manera tanto positiva como negativa en el proceso.

La presente investigación se divide en tres capítulos. El primero busca abordar el problema de la investigación, explicar el contexto en el que se encuentra la empresa y conocer a grandes rasgos el punto de vista de altos cargos que trabajan dentro de ella. El segundo capítulo tiene como objetivo explicar la metodología de la investigación y como se ha diseñado la estructura de obtención de información para un trabajo de análisis posterior.

El tercer capítulo abarca el procesamiento de la información y los hallazgos encontrados. El análisis de la información se realiza de manera cronológica; es decir, está estructurado de acuerdo con cómo se ha ido construyendo la investigación en cuanto al proceso exploratorio y la resolución de las interrogantes que aparecieron en el camino.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación para la empresa Heinz Glas Perú.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de este capítulo es presentar al sujeto de estudio, así como la problemática seleccionada en torno a la cual se desarrollará el resto de la investigación. En primer lugar, se explicará el contexto dentro del cual funciona la empresa, lo que incluye un análisis macro, las medidas tomadas como respuesta ante la pandemia del COVID-19 y el problema principal de la investigación. En segundo lugar, se expondrán las preguntas, los objetivos específicos, la justificación de la investigación y su viabilidad. Por último, se indicará el enfoque metodológico desde el cual abordar dicho problema.

1. Contextualización y Problema de la Investigación

Heinz Glas Perú, de ahora en adelante “la empresa”, es una subsidiaria del grupo familiar HEINZ-GLAS, uno de los mayores fabricantes de vidrio de la industria cosmética y de perfumes, y cuya historia se remonta hacia 1523. Las competencias centrales de este grupo incluyen el departamento de desarrollo interno, la construcción de moldes propios, y la alta tecnología en producción y decoración de sus productos (Heinz Glas, 2021). Debido a los años de experiencia y conocimiento en cuanto a la fabricación de vidrio, la empresa es consciente de que la industria puede generar buenos resultados siempre que se escoja el mercado indicado.

Por otro lado, la industria de la perfumería y cosmética es uno de los sectores que se distingue y añade valor a sus productos por la estética y diseño de los envases o packaging (RAFESA, 2018). Según Cerantola (2016), los diseños incluyen formas, tamaños, colores, impresiones sobre las superficies e incluso materiales, ya que hoy en día se tiene mucha más conciencia sobre la contaminación que es provocada por distintos tipos de envase, sobre todo por el plástico, el cual siempre ha sido el mayor producto sustituto del vidrio. Aun así, el mercado de fragancias no es tan grande como el mercado de productos alimenticios, llámese también consumo masivo, que involucran entre los principales materiales de sus envases el plástico, cartón y vidrio, el cual es preferido e ideal por sus propiedades para la conservación. Esto es reportado claramente por Juárez mediante “The Food Tech” (2016), quien resalta las propiedades del vidrio, tales como reciclaje, reutilización y que son envases neutros para muchos tipos de productos alimenticios.

De acuerdo con la información encontrada en la página corporativa de la empresa, la razón por la cual esta se enfocó en el mercado cosmético responde a la diferenciación que generan como empresa familiar, es decir, son una empresa que se distingue por productos de alta calidad, innovación, diseño y acabados. Además, el ingreso que representan los productos para la industria cosmética es significativo, ya que una botella podría tener un valor aproximado de 0.5 dólares la

unidad, mientras que para el mercado masivo o de alimentos, se podría manejar un precio de 0.15 dólares aproximadamente. La diferencia se encuentra en la calidad requerida para el producto, la cual se explicará más adelante junto con los niveles que trabaja la empresa y la importancia de la tolerancia sobre defectos estéticos. El mercado masivo, en concordancia con lo discutido con el jefe comercial, Juan Malanco, sirve para cubrir costos fijos (energía, personal, entre otros) mientras no haya producción de vidrio cosmético.

En el año 2019, como resumen general del mercado de los últimos 7 años de fragancias en Latinoamérica, 12 compañías controlaban el 64% del mercado, lo que representaba, en ese entonces, alrededor de 11.7 billones de dólares. Las compañías más representativas tienen su matriz en Brasil y varias sedes alrededor de Latinoamérica, sobre todo en los mercados más atractivos. Entre estos se encuentran México, Argentina y Colombia, quienes ocupan alrededor del 24% del mercado a comparación del 58% que pertenece solamente a Brasil. El crecimiento promedio del mercado de fragancias pronosticado para los años posteriores al 2019 era de 4.3% hasta el 2023; es decir, alrededor de 0.5 billones de dólares. Sin embargo, estas expectativas de crecimiento se vieron afectadas debido a la crisis sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19, la cual será explicada a mayor profundidad en los párrafos posteriores a la presentación de la empresa.

La empresa posee una estructura de ventas en la cual el 80% se atribuye a las exportaciones hacia países como Colombia, México, Ecuador, Argentina, Estados Unidos, entre otros. En el caso de Colombia y México, estos representan en promedio un 35% y 10% de las ventas totales dentro de los 3 últimos años, por lo que se les podría considerar los destinos más importantes de exportación. Asimismo, debido a los buenos pronósticos para el mercado de fragancias, la empresa planteó como objetivo de ventas un crecimiento del 8% para los siguientes años. Sin embargo, para el año 2019, las ventas no obtuvieron el crecimiento esperado; por el contrario, reflejaron una caída de cerca del 7% a comparación del año previo. Esto debido a una serie de problemas que empezaron a detectarse en las máquinas de producción relacionados al tiempo de uso. Por ello, era ineludible el hecho de realizar un mantenimiento general del horno, conocido como Overhaul, el cual tendría un costo de alrededor de 3 millones de dólares.

Heinz Glas cuenta desde el 2013 con un horno industrial, Overhaul, de 60 toneladas que alimentaba en primera instancia 3 líneas de producción. A pesar de que existían 5 líneas de producción IS 1, 2, 3, 4 y 5; la IS 1 y 2 fueron dadas de baja en el mismo 2013, razón por la cual la empresa trabajó únicamente con las IS 3, 4 y 5 hasta el 2018. El mismo año, se invirtió 2 millones de dólares para la compra de una línea adicional que sirviera para complementar las anteriores. La nueva línea fue denominada IS 6 y su objetivo era cubrir el incremento en la

demanda que se había determinado con las previsiones de ventas y el análisis del mercado. Tal como se hizo con la línea 5 en su momento, se implementaron procesos adicionales en la IS 6 tales como Fire polishing, Color Feeder y Coating, lo cual permite ofrecer al cliente una mayor calidad estética en sus productos y descongestionar el área de pintado, pues su capacidad se iba a ver excedida a mediano plazo por la demanda de proyectos existentes. Estos procesos adicionales junto con la capacidad de fabricar productos con mayor valor de ventas fueron los que convirtieron a la línea 5 en la línea de producción principal.

Tabla 1: Líneas de producción y eficiencia 2019-2021

IS	Proceso Actual	Número de Secciones	Cantidad Bruta Promedio Mensual	Eficiencia Promedio	Periodo Analizado
3	Doble Gota	8	4,838,400	75.87%	2019-2021
4	Simple y Doble Gota	6	3,456,000	73.90%	2019-2021
5	Simple Gota	8	3,110,400	71.03%	2019-2021
6	Simple y Doble Gota	8	4,147,200	65.10%	2019

En cuanto al estado de las líneas de producción y el mantenimiento, que se tenía previsto para marzo del 2020 e iba a abarcar tanto al horno como a las líneas de producción; esta representaba una inversión de aproximadamente 3 millones de dólares entre los gastos en nuevo herramental y el personal que tendría a cargo esta labor. No obstante, la crisis sanitaria que surgiría para esos meses ocasionó que el equipo alemán, encargado y especializado en este mantenimiento, cancelara su visita programada para realizar todas las actividades en el horno, motivo por el cual el mantenimiento se realizó a través de un equipo local. El acontecimiento previamente descrito daría pie a tratar de justificar que la línea 3 y la línea 5 redujeran su eficiencia productiva, siendo la última la más afectada con una eficiencia por debajo del 70%, que según el jefe de producción de HGP, Jorge Quispe, es la meta mínima esperada tanto para cada una de las líneas, así como para la eficiencia de la planta en general. Sin embargo, más adelante se apreciará que el cambio de responsabilidad sobre el mantenimiento programado no estaría afectando directamente como parte de las variables la caída en la eficiencia. Por otro lado, la pandemia ocasionó el deceso y salida de personal con mucha experiencia en sus áreas de producción; lo cual se transformó en pérdida del personal, cuya experticia siempre ayudó a evitar la caída en la eficiencia.

Tabla 2: Unidades anuales por línea IS 2017 - 2021

Máquina	2017		2018		2019		2020		2021	
	Cant. Bruta	Cant. Neta	Cant. Bruta	Cant. Neta	Cant. Bruta	Cant. Neta	Cant. Bruta	Cant. Neta	Cant. Bruta	Cant. Neta
IS 3	50,429	32,144	44,371	30,396	45,315	33,083	20,634	16,354	6,809	5,127
IS 4	18,562	13,559	18,209	13,139	16,535	11,946	9,529	7,030	2,945	2,229
IS 5	25,398	17,209	24,309	17,142	22,370	16,471	8,213	6,109	3,531	2,300
IS 6			11,944	6,921	10,260	6,684				
Totales	94,389	62,912	98,833	67,598	94,480	68,184	38,376	29,493	13,285	9,656
Eficiencias	2017		2018		2019		2020		2021	
	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa	% Eficiencia Operativa
IS 3	63.74%		68.50%		73.01%		79.26%		75.30%	
IS 4	73.05%		72.17%		72.25%		73.78%		75.69%	
IS 5	67.76%		70.52%		73.63%		74.38%		65.14%	
IS 6			57.95%		65.14%					
Promedio	66.65%		68.40%		72.17%		76.86%		72.69%	

Asimismo, Jorge señaló que existen diversos factores que pueden afectar la eficiencia productiva de una línea, tales como mantenimientos, planeamiento de la producción, configuración de la máquina, rotación de operarios, entre otros. Sin embargo, no se ha identificado que nivel de impacto tiene cada variable de este conjunto y cómo puede afectar en la disminución o incluso en el incremento de eficiencia dentro de cada una de las líneas. La pandemia y el overhaul son complementos a las variables existentes del día a día de la producción que provocan un descontrol en la eficiencia de producción.

Respecto a los márgenes de ganancia, a continuación, se presenta una lista de precios y costos promedio de los productos producidos en cada línea IS, así como sus respectivos márgenes, en donde queda demostrado que la línea 5 es la que mayor margen ha producido, como se mencionó anteriormente, por sus altos precios.

Tabla 3: Valores en USD aproximados 2018 - 2021

Línea 3 Año	Valor Venta UDD/000	Costo Total USD/000	Margen Total USD/000	Margen en %
2018	195.23	178.81	16.42	8.41%
2019	227.35	192.98	34.37	15.12%
2020	267.37	218.40	48.97	18.32%
2021	270.51	225.40	45.11	16.68%

Línea 4 Año	Valor Venta UDD/000	Costo Total USD/000	Margen Total USD/000	Margen en %
2018	324.61	304.25	20.36	6.27%
2019	350.49	293.66	56.83	16.21%
2020	340.90	272.54	68.36	20.05%
2021	272.68	224.65	48.03	17.61%

Línea 5 Año	Valor Venta UDD/000	Costo Total USD/000	Margen Total USD/000	Margen en %
2018	393.56	328.52	65.04	16.53%
2019	411.46	324.97	86.49	21.02%
2020	416.77	299.76	117.01	28.08%
2021	445.56	343.33	102.23	22.94%

Actualmente, la línea de producción IS 5, a comparación de las demás líneas, produce las referencias, término usado en Heinz para referirse a los modelos de envase, más complicadas debido al peso, las medidas, el proceso, velocidad y los adicionales que se ofrecen al cliente para la personalización de su producto. Además, desde el mantenimiento realizado en agosto del 2020, la línea ha provocado la mayoría de las alertas y reclamos por parte de los clientes debido a los defectos que presentan sus botellas, pues no se encuentran dentro del rango de calidad tolerado previo acuerdo con los clientes para cada proyecto. Esto se refleja en la eficiencia del 65.1% presentada en la Tabla 1.

En cuanto a la calidad Heinz Glas considera 5 niveles de calidad para sus productos; no obstante, es importante destacar que solo trabaja nivel de calidad 3 y 4. Los distintos tipos abarcan en su mayoría defectos estéticos y dependen mucho del sector al cual va dirigido el producto final, ya sea para el mercado de fragancias o un mercado masivo. A continuación, una breve descripción de la diferencia entre los niveles de calidad, así como a qué tipo de productos tienen dirigidas sus producciones.

Tabla 4: Niveles de calidad (Heinz-Glas Perú)

1. Perfumes de lujo
- Clase de Calidad más alta, el cliente espera perfección. - Fire-polishing - 100% reselección
2. Fragancias top
- Nivel de Calidad muy alto - Defectos estéticos como distribución de vidrio, costuras pronunciadas, las porosidades (molde sucio) son considerados defectos principales a evitar. - Opcional: Fire Polishing & 100% Reselección
3. Fragancias finas & cosméticos
- Ventas por catálogo, retail - productos y cosméticos - Defectos estéticos tienen "menor" importancia a comparación de los niveles 1 y 2
4. Fragancias comunes & estándar
- Defectos estéticos tienen "menor" importancia a comparación del nivel 3
5. Mercado masivo / Otros
- Productos para el mercado masivo (alimenticio en su mayoría) - Defectos estéticos tienen muy poca importancia - Principal atención en la funcionalidad

Otro factor importante a tener en cuenta para la medición de la eficiencia en la línea IS es el plan de producción que se realiza en el departamento de planeamiento en base a un gran número de variables como cantidades a producir (por órdenes de compra), fechas requeridas por los clientes, botellas parecidas en peso y forma, entre otros.

Debido a que los tiempos de configuración mantienen la máquina parada, estos tienden a incrementar si las referencias necesitan una configuración de temperatura y velocidad muy diferente. Es decir, si las características de los modelos no están en orden progresivo, los tiempos muertos de las máquinas incrementan.

Por otro lado, en marzo de 2020 empezó la crisis sanitaria a causa de la pandemia de COVID-19. Suceso que cambió al mundo, pues a la fecha de redacción de esta investigación, abril 2021, figuraron aproximadamente 141 millones de casos diagnosticados y 3 millones de muertes a nivel mundial. Durante las etapas iniciales de este acontecimiento fueron establecidas políticas de control para evitar la propagación excesiva del virus. Estas involucraron (i) fomentar el distanciamiento social, (ii) mejorar la higiene, (iii) incrementar la cantidad de pruebas de

diagnóstico y hacer un seguimiento de contactos, y (iv) mejorar la capacidad de respuesta del sistema de salud pública (Olivera, L. & Ghurra, O., 2020).

En el caso peruano, el gobierno dispuso desde el 15 de marzo de 2020 el aislamiento social obligatorio de la población, permitiendo solo la producción y comercialización de bienes y servicios catalogados como esenciales (servicios financieros, venta de medicamentos, distribución de alimentos, entre otros) y con restricciones horarias (toque de queda) y en determinados días de la semana para la movilización de las personas (Vega, M., Vasquez, J. & Aurazo, J., 2020). Este aislamiento duró aproximadamente 100 días y debido a las medidas explicadas anteriormente la salud económica del país también se vio afectada.

Heinz Glas, al ser una empresa que se encontraba en un rubro no esencial de trabajo también fue afectada y esto impactó en los pronósticos de ventas y el plan que se tenía estructurado para cubrir su demanda a pesar de los mantenimientos. La pandemia afectó directamente al mercado de fragancias al no ser considerados productos de primera necesidad, por lo que la empresa enfrentó una caída del 39% de sus ventas durante el año 2020. Sin embargo, esta caída también es atribuida al hecho de que Heinz Glas, como estrategia general y durante sus casi 15 años de historia en Perú, ha trabajado con una base reducida de clientes, generalmente reconocidos por demandar grandes volúmenes, pero al verse afectados por la crisis sanitaria redujeron en gran magnitud sus pedidos e incluso cancelaron algunas órdenes que se habían planificado desde 6 meses de anticipación. Este último problema afectó fuertemente a la empresa, pues se había estructurado un pronóstico de ventas determinado para esos meses, el cual iba a ser cubierto con un stock preparado con anticipación debido a que las máquinas no iban a funcionar a causa del mantenimiento general.

De igual manera, la coyuntura a inicios de la pandemia afectó los puestos de trabajo de la empresa, en donde se redujo cerca del 38% de personal, dentro de los cuales se incluyeron colaboradores tanto de la parte administrativa como de la parte operativa. La planilla de la empresa, conformada por 405 empleados antes de la pandemia, se redujo aproximadamente a 250. Esta reducción se realizó en base a la disminución de la demanda por parte de los principales clientes, puesto que no era necesario contar con tanto personal para cubrir los puestos operativos. Además, la desvinculación y/o sensibles fallecimientos del personal involucra una pérdida de expertise, puesto que, según el jefe de producción, Jorge Quispe, incluso la contratación personal técnico destacado debe capacitarse por un periodo mínimo de 3 meses para iniciar su trabajo de manera independiente.

En el área de control de calidad trabajan distintos números de personas dependiendo de la máquina IS. En primer lugar, la línea 3, cuya producción es en “Doble Gota”, necesita de entre

4 a 6 personas por la velocidad a la que los frascos son producidos y deben ser revisados para empaquetar. Mientras que para la línea 5, se necesita entre 3 y 5, dependiendo del tamaño de la botella y la dificultad que representa la referencia producida. Estos números están basados en los controles que se llevan a cabo en las producciones de las líneas de la matriz en Alemania.

Como ya se mencionó anteriormente, los reclamos también empezaron a aumentar de manera mensual. En 2018 se habían reducido a un promedio de 1 o 2 por mes, siendo en su mayoría reclamos no tan críticos y que no resultaban en gastos por cubrir mayores a 5,000 dólares. Sin embargo, tan solo en los últimos 6 meses se recibieron alrededor de 30 reclamos, es decir un promedio de 5 por mes, de los cuales, 3 resultan ser reclamos por el vidrio producido y 2, la diferencia, por los procesos de pintado e impresión que se añaden como decorados al 90% de las botellas fabricadas. Entre los reclamos más comunes de las líneas de producción de vidrio se encuentran las grietas en la base, arrugas, fondos irregulares, costura desfasada, hombro deforme, profundidad sobre límite superior y contaminación interna, cuya repetición entre los reclamos es la más presente con un total de 27% en los últimos meses. Este último motivo de reclamo se debe al mantenimiento que se realiza en las máquinas, así como al cuidado durante la producción de los moldes y herramientas y procesos involucrados en la formación de las botellas.

A continuación, se presentan un par de ejemplos de los defectos más comunes y sus respectivas tolerancias de acuerdo con el nivel de calidad que se maneja regularmente en Heinz Glas.



Figura 2: Defecto de calidad: Arrugas (Heinz-Glas Perú)



Los defectos que representan los reclamos por producciones en la línea 5 actualmente se han elevado desde una perspectiva interna, ya que Heinz empezó a producir referencias más complicadas, cuyos defectos eran más notorios y en algunos casos se llegaba al extremo de solicitar una ampliación de tolerancia de calidad a los clientes. Esta solicitud de ampliación es considerada una mala práctica por el departamento comercial, ya que se generan demoras en los tiempos de entrega; revisiones adicionales, necesarias para que las botellas que lleguen a su destino final cumplan con los patrones que se manejan como referencia de una buena botella; reducción en los precios, que va desde un 3% hasta un 5% dependiendo de la gravedad de los incidentes; y costos de re selección, que afectan al ingreso marginal por botella, puesto que se designa personal exclusivo del área de control de calidad para revisar las miles de unidades producidas una por una. .

Uno de los problemas más importantes durante el último año fue en la línea 5 que sucedió en noviembre del 2020, en donde Heinz Glas estaba comprometido en la entrega de algunas unidades de una referencia, cuya eficiencia nunca superó el 7% por lo que se tuvo que retirar la moldura para revisar e intentar una nueva producción en días siguientes. A pesar de esto, se produjo otro mal resultado, con una eficiencia promedio de 14%. Para poder resolver dicha problemática, la empresa decidió enviar los moldes a Alemania, quienes obtuvieron un resultado promedio de 45% en una primera instancia y pudieron cumplir con la demanda urgente por parte del cliente; sin embargo, los precios enviados por la matriz superarían en 53% el precio de venta local, diferencia que HGP habría de asumir, lo que generaría una pérdida sustancial en la sucursal peruana.

En marzo de 2021 se produciría un hecho similar, pero ya no se considera la idea de enviar la referencia a Alemania, sino de encontrar otra solución junto con el cliente. De acuerdo con el departamento comercial, este tipo de retrasos generan peligro a largo plazo, ya que se generan alertas por defectos y aplazamientos de entrega, y esto impactaría en la imagen de la empresa como un proveedor que no valdría la pena considerar debido a la gran cantidad de disconformidades con los clientes.

La empresa ha tenido una tendencia bajista en cuanto a unidades vendidas desde el 2019 con 59.2 millones, lo cual es un 6.25% menos en comparación a las unidades vendidas en el 2018. Esto continúa con el suceso de la pandemia que trajo como resultado un decremento de 40.7% respecto a las unidades del 2019; sin embargo, se espera una variación positiva con respecto al año de la pandemia, aunque se debe considerar que mientras las unidades vendidas no superen el número del 2018, el cambio de tendencia no será objetivo.

Tabla 5: Volumen de ventas (Heinz Glas Perú)

Ventas	Unidades en Millares aprox.	Var. Anual (%)
2018	63,000	0.00%
2019	59,000	-6.35%
2020	35,000	-40.68%
2021	12,200	-65.14%

En síntesis, HGP presenta problemas en distintas aristas dentro de la organización, los cuales involucran gestión estratégica, recursos humanos, gestión comercial y gestión de procesos, razón por la cual la presente investigación se centrará específicamente en las líneas de producción, que involucra la identificación del grupo de variables que generan un impacto dentro del proceso productivo del vidrio y con ello, el aumento o disminución de la eficiencia de las líneas.

Corrales (2010), recalca que el éxito de las empresas exportadoras de vidrio está regido por 3 puntos esenciales; los productos, la capacidad financiera de las empresas y la calidad. Y cada punto está conectado entre sí ya que son los productos los que podrán producir una eficiente competencia financiera, y será este financiamiento el que permitirá trabajar con las personas y equipos necesarios para conseguir la calidad requerida en cada producto ofrecido. Para el caso de Heinz Glas, y teniendo en cuenta la cantidad de variables que estarían afectando la eficiencia de las máquinas IS, se corroboró a través de la entrevista con el jefe de calidad, Romel Sandivar, que dicha área es aquella con más presencia entre las variables y que podría tener una mayor influencia a través de las herramientas, metodologías y modelos de trabajo que se ejercen actualmente.

Además, la disponibilidad de máquinas y productividad de estas se ven forzados a ajustarse a los resultados que se obtengan por parte del área de aseguramiento de calidad.

El más claro ejemplo se aprecia a través de los reclamos que la empresa recibe de los clientes por defectos de calidad, y que obligan a la compañía a reprocesar las botellas en un área de reSelección, la cual necesita de varias horas de mano de obra. Estas horas de trabajo son parte de procesos no contemplados y que resultan en costos adicionales además de necesidad de cambiar de un área a otra al personal que realizará dicha tarea. Por otro lado, también se puede apreciar las pérdidas de productividad a través de los atrasos que se generan en la entrega de pedidos por no poder llegar a las características acordadas por referencia con cada cliente; es decir, si no se logran los estándares de calidad con los que una botella fue negociada en primera instancia, el área de producción se ve obligada a ajustar diferentes puntos en máquina, de acuerdo con la retroalimentación del área de calidad.

La calidad de acuerdo con Cantón (2010), es parte de un modelo de mejora que resalta 2 puntos clave en el desarrollo de este. En primer lugar, los diversos procesos que se manejan internamente de manera proactiva, operativa y reactiva a las situaciones que se vayan presentando. En segundo lugar, los resultados que complementan cada proceso permiten que se realicen mejoras y son la base cuantificada para aplicar las diferentes herramientas que permitan identificar qué está generando el éxito o la pérdida de eficiencia en cada producción. Tal como menciona Corrales (2010), el reto actual de las compañías pertenecientes a esta industria se encuentra en alcanzar una mayor eficiencia y competitividad; las cuales se pueden alcanzar a través de una mejora en la calidad de productos y procesos internos. Hoy en día, debido a la coyuntura sanitaria que inició en 2020, el área de calidad vio mermada su eficiencia debido a la salida de personal con varios años de experiencia laborando para la empresa y que, además, conocía bien los procesos y requisitos que cada cliente maneja en sus productos. Las decisiones de salidas de personal experimentado en conjunto con la alta rotación en el área de calidad han generado resultados negativos, los cuales se reflejan en las inconformidades de los clientes y que siguen generando alrededor de 50,000 dólares de pérdida mensuales para la empresa, lo que podría ocasionar una progresiva caída en los proyectos desarrollados y ventas totales.

El aseguramiento de calidad en Heinz Glas también se rige por el concepto de mejora continua de sus procesos. Bonilla et al. (2010) destacan la mejora continua como el motor que impulsa las herramientas y modelos de gestión, incluyendo el de calidad, que permiten el desarrollo de un mayor nivel de competitividad y nivel. Es importante mencionar que Heinz Glas cuenta con el certificado ISO 9001:2015, el cual obedece a la regulación de los Sistemas de Calidad, a través de un enfoque basado en procesos y que incita a las empresas a aprovechar las

oportunidades de mejora que se presenten en el día a día. La eficiencia de las máquinas IS entonces dependerá principalmente de que el área de aseguramiento de calidad cumpla sus respectivos protocolos en los diversos procesos que realiza y que permita a las demás áreas, a través de comentarios sobre sus resultados, aprovechar oportunidades de mejora y cambiar su enfoque hacia los objetivos que la empresa se haya trazado.

Finalmente, el área productiva es para Heinz Glas, el núcleo de sus operaciones, ya que las unidades fabricadas tanto en Perú como en las plantas alrededor del mundo permiten cubrir la demanda global de las oficinas administrativas, cuya actividad principal es netamente comercial; y por otro lado, la producción de los envases de vidrio han sido históricamente el diferenciador de la empresa familiar, tal y como se mencionó en el primer apartado. Una vez que cualquiera de las plantas se ve afectada por alguna caída de eficiencia o producción compleja, cuyo tiempo de producción excede a lo planeado y demanda un mayor nivel de habilidad con las máquinas, todas las plantas y oficinas pueden verse afectadas.

2. Objetivos y Preguntas de Investigación

2.1. Objetivo General

Diagnosticar el impacto de las variables que generan mayor variabilidad en la eficiencia de las líneas de producción de HGP.

2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las variables que afectan la eficacia en las líneas de producción.
2. Detallar los problemas atribuibles a cada una de las variables.
3. Cuantificar la importancia relativa de cada variable para llevar un control apropiado.

2.3. Pregunta General

¿Cuáles son los factores/variables que generan mayor variabilidad en la eficiencia de las líneas de producción de vidrio en HGP?

2.4. Preguntas Específicas

1. ¿Cuáles son las variables que afectan la eficacia dentro de las líneas de producción?
2. ¿Qué problemas se generan a partir de cada una de las variables?
3. ¿Qué tan relevante es cada variable en cuanto al impacto que genera en las líneas de producción?

3. Justificación

Esta investigación se considera relevante tanto para las ciencias de la gestión como para el sector manufacturero peruano. El primero debido a que se utilizarán los conocimientos relacionados a metodologías de investigación cuantitativas para la recolección de información, así como el uso de herramientas de diagnóstico propias de la rama de gestión de operaciones con el fin de realizar un análisis correcto en cuanto a la situación actual de la empresa. Asimismo, este tema revelará la importancia de Lean Six Sigma como metodología que puede ser utilizada para el diagnóstico de los procesos productivos de una empresa.

En segundo lugar, la investigación será de utilidad para el sector manufacturero peruano, pues a pesar de estar enfocada en la fabricación de vidrio, lo relevante es el proceso que se desarrollará para la detección de los problemas y la medición del impacto atribuibles a un grupo de factores. De esta manera se puede aprovechar el enfoque utilizado para realizar diagnósticos similares tomando en cuenta las variables utilizadas durante el proceso.

4. Viabilidad

El presente trabajo de investigación tiene planificada como idea viable la identificación de un correcto diagnóstico de las dificultades que resultan en pérdidas económicas para una línea de producción en una fábrica de vidrio. Para determinar las causas raíces de los problemas resultantes, será necesaria información cuantitativa por parte de la empresa; desde su evolución de ventas y volúmenes de producción por demanda en los últimos 4 años, la estructura de costos más actualizada que se pueda adquirir para medir desde qué perspectiva se tendría la mayor pérdida de dinero, los mantenimientos que las máquinas principales y relacionadas puedan tener a lo largo de su tiempo operativo, así como también los indicadores actuales que estarían determinando la efectividad de la producción en el área flint, los cuales incluyen reportes del área de calidad con sus respectivos detalles en defectos y tolerancias, y reportes del área de planeamiento que reflejen la disponibilidad y el mejor aprovechamiento de las máquinas existentes.

Para realizar la presente investigación, se encuentra gran disponibilidad de información sobre Lean Six Sigma, la cual será la principal metodología por utilizar para poder determinar las oportunidades que tiene la empresa de mejora con respecto a la calidad, rendimiento, planificación y disponibilidad de la línea de producción 5 de la empresa vidriera estudiada. Lean six sigma se encuentra hoy en día entre las principales metodologías para la mejora de procesos en el sector manufacturero, por lo que es muy sencillo encontrar fuentes confiables que reflejen su efectividad

sobre fábricas con productos diferentes, pero que hayan conseguido implementarla de manera exitosa.

Las limitaciones para el presente trabajo resaltan por el entorno industrial en el que se encuentra la línea de producción a estudiar. Es decir, para entender a fondo la funcionalidad y posibles desperfectos de la máquina, será necesario conocer parte de su manejo y operatividad interna. De esta forma, nos encontramos ante posibles fuentes desactualizadas, ya que las máquinas que se utilizan para la producción del vidrio existen desde el año 1925 (Anfevi, 2016) y en los últimos años no han cambiado su forma de trabajo automático. Así también, la información que la empresa podrá brindar sobre las mismas máquinas será limitada hasta cierto punto por la cantidad de personas que cuentan con el expertise necesario para explicar el mejor aprovechamiento de las máquinas y sus oportunidades de mejora.

Un último limitante, aunque no tan marcado, sería la confidencialidad de información que se vaya manejando en conjunto con la empresa y a través de las diversas entrevistas con el personal responsable de los principales procesos e indicadores para el presente trabajo. La empresa se encuentra dispuesta a compartir variada información y, a pesar de que algunos datos que involucren al mercado y la competencia no sean tan sencillos de encontrar, será parte del trabajo considerar este tipo de información como variables que no deberían afectar el diagnóstico final.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se planteará el alcance, enfoque y el diseño metodológico que abarca el detalle de la población que se abordará como parte del muestreo para reunir la información necesaria y aplicar los métodos de análisis, así como el diseño de las estrategias a través de las herramientas de análisis que finalmente permitirán brindar una o varias propuestas de mejora.

1. Alcance

De acuerdo con Rusu (2011) es necesario definir el alcance de la investigación para poder delimitar hasta dónde es posible desarrollar el diagnóstico. Para el caso presentado en Heinz Glas, se utilizará un alcance explicativo y correlacional. Esto debido a la exploración de procesos existentes actualmente y al desconocido impacto que se genera al correlacionar las diversas variables presentes en las áreas de producción Flint y calidad. Para obtener la información óptima, se trabajará en primera instancia con entrevistas a los encargados de cada área mencionada anteriormente. Luego se explorarán las variables a partir de cada puesto involucrado en los procesos que conciernen al objetivo del trabajo. Debido a la diversidad de procesos e información especializada, primero se describe la sucesión de tareas implicadas y variables pertenecientes a cada una, así como los puestos encargados de controlar y aprovechar las oportunidades de mejora. Posteriormente, se realizará la conexión entre 2 o más variables que se encuentren a lo largo de la investigación; lo que permitirá detectar en qué sección se encuentra el mayor efecto sobre el problema detectado en la baja eficacia de las líneas IS.

Con el objetivo de entender cómo las variables construyen las posibles hipótesis, Cauas (2015) menciona que, a pesar de mencionarse a las variables como sinónimos de dimensión, propiedad o aspecto, estas son aquellas características de un proceso u objeto que manifiestan variaciones, las cuales pueden ser expresadas y relacionadas en diversas clases. Es decir, la identificación de las diversas variables durante el proceso de producción pueden ser un factor determinante en la definición de causas que afectan la eficiencia de producción de vidrio.

De la misma forma, Nuño (2017) plantea la posibilidad de que mediante el diagrama de causa efecto de Ishikawa se pueda esclarecer y estructurar la diversa información que sea recolectada. Esto se debe a que, todas las variables que se reúnan podrían facilitar el análisis sobre la calidad del proceso de producción e incluso los mismos productos o herramientas que se utilicen durante su fabricación.

La presente investigación también toma en cuenta como parte del alcance, el hecho de que la industria del vidrio es una industria que necesita bastante experiencia para lograr entender

los posibles problemas existentes y que la teoría actual sobre los avances tecnológicos no abarca el detalle de cada proceso, sino que implica el previo conocimiento de los llamados maestros vidrieros (Entrevista Juan Malanco). Esto podría implicar un alcance exploratorio ya que se necesitará observar de primera mano cada proceso y entenderlo para analizar el comportamiento de los fenómenos investigados.

2. Diseño y Secuencia de la Investigación

En este apartado se detalla de qué manera se realizará la investigación a partir del enfoque, estrategias metodológicas y diseño.

2.1. Enfoque Metodológico

La presente investigación tendrá un enfoque mixto; es decir, estará conformada por una búsqueda de datos tanto de base cualitativa como cuantitativa. Esto debido a que se necesita data numérica de carácter histórico para identificar los principales problemas de la empresa y posteriormente complementarlo con información cualitativa que pueda ser brindada por parte de los trabajadores de esta. Asimismo, se considera el enfoque cuantitativo relevante, pues según Hernández et al. (2014) los procesos se preceden entre sí y, por ello, se necesita de una secuencia en donde las hipótesis que se vayan formulando se prueben a través de las respectivas preguntas de investigación y diversa literatura contrastada, así como el conocimiento de las personas involucradas referente a las variables evaluadas.

Este enfoque metodológico busca apoyarse en la filosofía para la mejora de procesos conocida como Lean Six Sigma (LSS); sin embargo, es crucial tener en cuenta los factores críticos de éxito para el proceso productivo de la empresa. Este concepto, popularizado por Rockart (1979), hace alusión a que existen distintas necesidades de información por parte de los altos cargos dentro de las empresas, por lo que dependiendo del puesto y de las prioridades están van a variar; sin embargo, para definir los FCE dentro de la empresa, tiene que establecerse un objetivo claro e identificar las variables que serán de vital importancia para alcanzarlo.

Asimismo, es indispensable identificar los FCE para el desarrollo e implementación de una estrategia LSS, puesto que, si faltará alguno de ellos, puede significar la diferencia entre una implementación exitosa o un derroche de recursos, esfuerzo, tiempo y dinero (Stankalla, R., Koyal, O. & Chromjakova, F., 2018). Por ello, la recopilación de datos dentro de la investigación buscará indagar en los factores relevantes para la producción de vidrio.

En cuanto a la metodología Lean Six Sigma (LSS), esta se originó de la fusión de Lean Manufacturing (LM) y Six Sigma con la finalidad de reducir los errores y la variabilidad de los procesos. Six Sigma es una filosofía que está orientada a la reducción o eliminación de las causas

identificables que generan variaciones que tienen como consecuencia outputs defectuosos en procesos de manufactura, de manera que solo queden pequeñas variaciones de carácter aleatorio (Boslaugh, S. E., 2019).

Por otro lado, Lean Manufacturing es utilizado para reducir los costos del producto y aumentar la productividad mediante la eliminación de actividades que no generan valor agregado, además de tener un enfoque multidimensional que busca mejorar los resultados de la organización en cuanto a eficiencia, calidad y productividad de los procesos productivos cuando existe sobreproducción, productos defectuosos, reprocesos, exceso de inventario, movimientos innecesarios, transporte innecesario y demoras (Mego, C., Roque, M., Carvallo, E., Salas, R. & Cardenas, L., 2020).

Además, según Boslaugh (2019), la calidad es definida en términos de los deseos y necesidades del consumidor, así que el defecto es definido como cualquier aspecto de un output que no sea compatible con estas necesidades y deseos, desde un fallo en las dimensiones del producto hasta largos periodos de tiempo de espera. De manera que, un enfoque que tenga elementos de six sigma para diagnosticar los defectos es adecuado para una empresa que define sus productos de manera conjunta con el cliente.

Asimismo, es importante mencionar que, si bien el objetivo principal de six sigma es producir 3.4 defectos en 1 millón de oportunidades, también puede ser utilizado como referente para que las compañías definan sus objetivos, pues es una meta difícilmente alcanzable dentro de los procesos de producción (García J. et al., 2020).

2.2. Estrategia de la Investigación

Esta investigación será realizada a base de un estudio de caso; es decir, se analizarán las condiciones particulares de una empresa, en este caso, Heinz Glas Perú, y se elaborará un diagnóstico de su situación. Cabe mencionar que el horizonte temporal será transversal, debido a que la información y análisis pertinentes serán efectivos sólo durante un determinado periodo de tiempo.

Por otro lado, se utilizó una triangulación entre métodos, la cual de acuerdo con García et al. (2016), consiste en utilizar metodologías cualitativas y cuantitativas que analicen un mismo objeto de estudio. En este caso es la caída de la eficiencia de producción; por lo cual, no quedan espacios abiertos o debilidades, ya que las técnicas metodológicas se complementan entre sí.

Una vez se encuentren similitudes sobre la información en común de las líneas, se deberá comparar los hallazgos y asociar cada información con posibles limitaciones que estén generando a la eficacia de la producción (Castro, 2010). Carrero et al. (2020) mencionan que, para realizar

un estudio de casos, de acuerdo con Yin (2014) se contemplan distintos tipos de diseños; entre los cuales destacan el modelo holístico de caso único, modelo holístico de caso múltiple, modelo incrustado de caso único y modelo incrustado de caso múltiple. Para el presente caso, se tomará en cuenta el modelo incrustado de múltiples casos, en donde la réplica de los resultados que se busquen de manera lógica será a través del mismo estudio sobre las diversas variables y unidades de análisis.

Por último, el método de investigación-acción se podrá realizar a través de la convergencia entre la información cualitativa y cuantitativa que se obtenga tanto de las entrevistas y estudios de casos, para que mediante la colaboración del personal directamente involucrado se realice un acompañamiento de acciones que ayuden a obtener una evaluación final colaborativa.

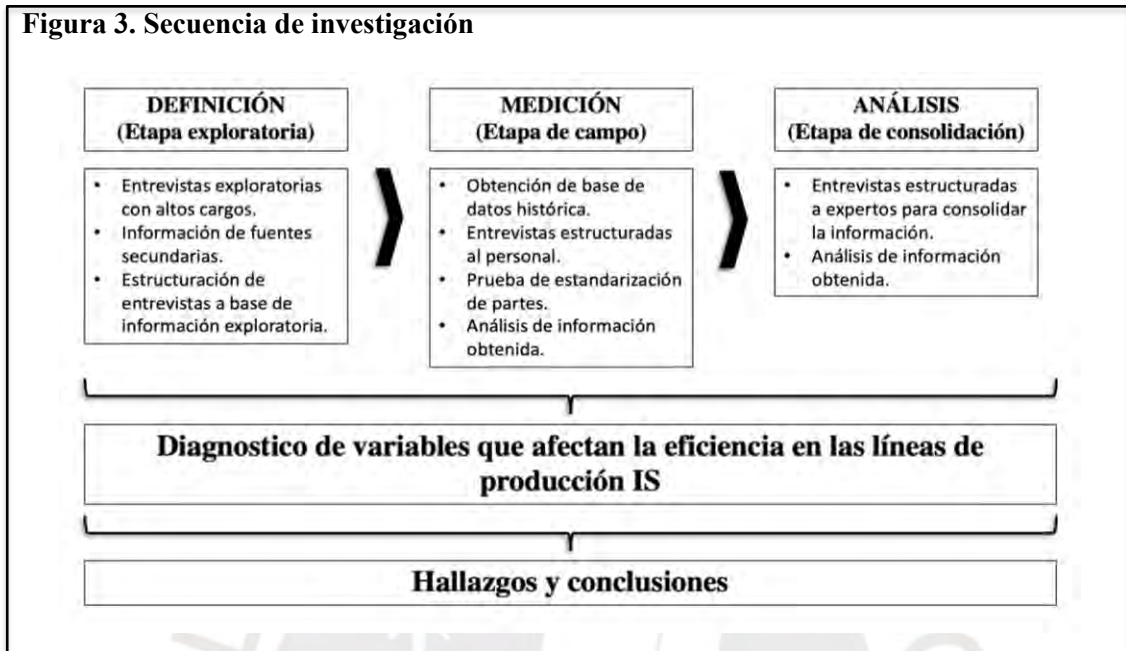
2.3. Diseño de la Investigación

La investigación realizada está compuesta en tres fases. La primera implica la recolección de información, la cual incluye datos numéricos que nos pueda proporcionar la empresa e información cualitativa a base de entrevistas a trabajadores relacionados con los procesos productivos. La segunda involucra el procesamiento y análisis de la información recolectada bajo distintos tipos de herramientas para ver similitudes y diferencias. Por último, la tercera fase consta de un proceso de consolidación de la información con expertos con el objetivo de encontrar la causa raíz de la problemática asociada a la baja eficiencia de las líneas de producción.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se consideró apropiado realizar el trabajo de campo bajo un esquema que considere las tres primeras etapas del ciclo DMAIC para la mejora continua. Esta metodología consta de 5 fases: Definir - Medir - Analizar - Mejorar - Controlar, las cuales se encuentran interrelacionadas. El proceso general se realiza midiendo la data requerida y aclarando cual es el problema por medio de la cuantificación, luego se utilizan herramientas analíticas para identificar la causa raíz del problema e implementar soluciones para esta causa (Kanyinda, K., Lazarus, I. & Olanrewaju, O., 2020).

En la primera etapa, definición, se establecen los objetivos en base a las necesidades del consumidor y los límites del proyecto. En la segunda etapa, medición, se prepara un plan para el proceso de recopilación de datos. Luego, en la etapa de análisis, se localiza la causa raíz y las fuentes de variación para seleccionar las más relevantes y priorizarlas acorde al efecto que produzcan. Posteriormente, en la etapa de mejora, los proyectos se organizan de acuerdo con un plan de implementación para establecer nuevos estándares. Finalmente, en la etapa de control, los estándares establecidos son apoyados, se establecen estrategias de monitoreo y se asigna un enfoque sistemático para futuras mejoras (García, J., et.al., 2020).

Debido a que la investigación solo busca ser de carácter exploratorio, la cuarta y quinta etapa de DMAIC quedarían descartadas por involucrar el planteamiento de soluciones y controles posteriores.



Durante la etapa de definición se realizaron entrevistas no estructuradas a personal con altos cargos en la empresa, a manera de tener una visión general de la situación y junto con información de fuentes secundarias sirvió como base para la elaboración de la guía de entrevista que utilizamos para la segunda etapa. En la etapa de medición la empresa facilitó el acceso a información histórica y, también, se realizaron entrevistas estructuradas a los operadores de rango medio hacia abajo, con la finalidad de conseguir información cualitativa que complemente los datos históricos. Asimismo, se realizó un estudio de estandarización, el cual fue necesario para determinar si el personal seguía los mismos criterios de evaluación.

Durante las entrevistas, se consideró relevante la agrupación de productos fabricados de acuerdo con ciertas características, tales como el peso, la forma y sus capacidades de llenado. Los grupos con mayor notoriedad fueron las botellas cuadradas, cilíndricas y con muchas aristas; capacidades de 50 y 100 mililitros; y pesos que son soportados por el tipo de producción Flint, en simple y doble gota.

Por último, en la etapa de análisis se realizaron entrevistas a expertos encargados de las áreas de producción y calidad, con la intención de consolidar la información obtenida en la segunda etapa y con ello generar las conclusiones.

3. Población Objetivo y Muestra

La población involucrada en el presente estudio está conformada por las 2 áreas mencionadas anteriormente y que a su vez contienen subáreas en donde se realizará los muestreos correspondientes. En primer lugar, se encuentra el área de calidad, en donde la única división existente consiste en las áreas de acabados y producción flint. Para la investigación se tomará en cuenta sólo la parte flint. Asimismo, el área de calidad Flint brindará sus procesos a partir del control realizado en el área de cold end para cada línea IS por separado, ya que la configuración y especificaciones de producción promedio para cada línea es diferente.

En segundo lugar, del área de producción flint, se desprenden sub-áreas, las cuales contienen una o más variables que podrían estar afectando la eficacia en la producción de vidrio. Entre estas se encuentran el área de batch house, en donde se realiza la mezcla de materia prima en base a una receta con determinados porcentajes de cada componente que se deben respetar en cada ocasión; el taller de moldes, en donde se preparan las herramientas y los set de moldes para cada producción a realizar en el día a día y en donde también se realizan los mantenimientos correspondientes para evitar defectos a causa del herramental; los feeder o alimentadores de vidrio, en donde se mantiene una configuración de temperaturas dependiendo de cada referencia y de cada línea de producción para controlar la densidad del vidrio al momento de formarse en las molduras; la zona de hot end, en donde finalmente se aprecian las botellas y las posibles inconformidades que podrían surgir con el avanzar de la producción y es en donde más variables se pueden corregir.

La selección de muestra será probabilística para la parte cuantitativa y no probabilística para la parte cualitativa. Para la parte probabilística, las muestras de cada área se tomarán considerando ciertos parámetros para obtener información que no contenga datos atípicos. Para empezar, se deberá considerar producciones con un mínimo de un día de producción, en las 4 líneas IS, cuya configuración no haya tenido inconvenientes ni demoras, más allá de 2 horas, el cual es el promedio para una referencia de línea. Sólo se considerará producciones de vidrio flint, no vidrio de color, ya que estos implican diferentes procesos durante cada paso y zona de la producción. Se tomará en cuenta además un muestreo de ítems que hayan tenido por lo menos 2 producciones anteriormente, lo que indicaría que ya se tiene experiencia previa para lograr producir con parámetros correctos y que una de las variables no sea la complejidad por ser un producto nuevo. De esta manera, se podrá detallar con mayor precisión las estimaciones muestrales. Por otro parte, las entrevistas que se realicen a las áreas involucradas y personal a cargo de cada proceso serán no probabilísticas, en donde será necesario un mayor nivel de conocimiento sobre cada variable para poder explicar los fenómenos que ocurren.

Además, cada variable e hipótesis que se formule sobre su impacto en el problema permitirá asociarla con el perfil de algún puesto involucrado. Dentro de las características principales a considerar para poder obtener la información requerida en las entrevistas, se necesita que los participantes relacionados tengan por lo menos 3 meses de experiencia en la compañía y conozcan los procesos fundamentales y básicos sobre las configuraciones de las líneas IS. Asimismo, se necesita que las personas hayan participado en las producciones por lo menos desde la hora del setup y durante 8 horas, es decir un turno en donde se realizan los ajustes más importantes para que la producción pueda continuar sin ningún percance. Cabe resaltar que será necesario el consentimiento de cada persona entrevistada, así como el compromiso de confidencialidad por parte del presente trabajo.

4. Herramientas y Técnicas de Recolección de Información

Tal como se mencionó anteriormente, el primer paso para la recolección de información involucró entrevistas con los gerentes y jefes de área y subáreas, debido a su experiencia y expertise. Luego, se revisaron los manuales de la empresa y se realizaron entrevistas adicionales a operarios especializados, así como una estudio de observadores para determinar el nivel de estandarización de criterios de selección de defectos. Por último, se realizó la consolidación de información de la mano con expertos en calidad y producción para poder pulir hallazgos realizados durante el proceso de medición.

4.1. Entrevistas Exploratorias

En la fase de definición, considerada también como fase de exploración, se realizaron entrevistas no estructuradas dirigidas hacia los principales cargos de importancia en la empresa. Cabe resaltar que estos cargos son los más cercanos al proceso core de la empresa, por lo cual se descartaron las áreas de contabilidad, finanzas, recursos humanos, entre otras. Las personas entrevistadas y sus puestos en la empresa pueden verse en la Tabla 6 a continuación.

Tabla 6: Ficha técnica de cargos de importancia

	Nombre	Cargo
1	Karla Stella Rosas Diaz	Gerente General
2	Juan Manuel Malanco Huerta	Jefe de Ventas
3	Jorge Enrique Quispe Diaz	Gerente de Producción Flint

Estas entrevistas permitieron tener una visión general de cómo funcionaba la empresa y los principales problemas que ocurrían en cuanto a la producción de vidrio y también algunas de las principales consecuencias o impactos que podrían tener a largo plazo de seguir así. Además, fue relevante para generar la guía de entrevista utilizada en la etapa de medición.

4.2. Solicitud de Datos Históricos

Al inicio de la segunda etapa la empresa facilitó el acceso a información histórica relevante para generar un análisis Pareto sobre los errores más recurrentes, en cuanto a la producción de envases de vidrio, durante los últimos años. Dicho análisis sirvió como resultado para completar la guía de entrevista que posteriormente fue utilizada con los trabajadores asociados a las áreas de moldes, calidad y producción de vidrio.

4.3. Entrevistas de Campo

Las entrevistas de campo, véase en el Anexo A, fueron realizadas a 6 miembros del personal de Heinz Glas, los cuales fueron seleccionados previamente debido a sus años de servicio en la empresa y puestos de trabajo. La información conseguida fue de utilidad para complementar los hallazgos previamente obtenidos en el Pareto con la data histórica. En la Tabla 7 se puede observar a las partes entrevistadas y su cargo a la fecha de la investigación.

Tabla 7: Ficha Técnica de operarios clave

	Nombre	Cargo
1	Renzo Wilfredo Costilla Atencio	Supervisor de Calidad
2	Carlos Alberto Cayra Condori	Supervisor de Calidad
3	Sergio León Valenzuela	Supervisor de Moldes
4	José Arturo Sialer Sanchez	Técnico Instrumentista
5	Julio Cesar Bermejo Cacsire	Supervisor de Horno y Batch
6	Antonio Cristian Zegarra Rupay	Supervisor de formación

4.4. Estudio Interjueces

Luego de las entrevistas se desarrolló un estudio de observación a las personas encargadas de la selección y descarte de frascos con defectos. El estudio buscó obtener información acerca de qué tanto difieren los criterios de selección del personal encargado contra el patrón de referencia.

4.5. Entrevistas de Consolidación con Expertos

Una vez procesada la información obtenida en campo, se procedió a realizar entrevistas semi-estructuradas, las cuales pueden encontrar en el Anexo B, a trabajadores expertos en el proceso productivo del vidrio. Esto con la finalidad de hallar otras posibles variables y/o confirmar la información obtenida de las fases previas. Los datos sobre los expertos son presentados a continuación en la Figura 6.

Tabla 8: Ficha técnica de expertos

	Nombre	Cargo
1	Romel Alexander Sandivar Anaya	Jefe de Calidad
2	Jorge Enrique Quispe Diaz	Gerente de Producción Flint



CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se presentarán los hallazgos que se obtuvieron a través del análisis de los estudios, entrevistas e información recopilada mediante el sistema ERP de la empresa Heinz Glas. Así también, recurriendo al Método de Estudio de Caso, la presente investigación se distribuyó en 3 fases previamente mencionadas; la fase de definición o exploración, en donde se realizaron entrevistas no estructuradas y se consolidó información sobre las producciones de los últimos 3 años, la cual, también, incluye la descripción, por la línea de producción, de cada referencia fabricada, sus respectivos costos, características de empaque, unidades aprobadas y bloqueadas y motivos de bloqueo.

La segunda fase, medición o campo, en la cual se desarrollaron entrevistas a los jefes de cada subárea del departamento de producción flint y a los 2 supervisores del área de calidad, así también se consideró oportuno realizar un estudio de observadores para evaluar la repetibilidad y variación existente entre las personas encargadas de realizar el trabajo visual que desemboca en la decisión de bloqueo o aprobación de unidades.

Finalmente, la tercera fase, análisis, tuvo como objetivo la validación de información, hallazgos e hipótesis, resultantes de los análisis en las fases previas, con expertos.

1. Producciones de Vidrio Flint (2019 - 2021)

1.1. Base de Datos de Defectos

Es importante resaltar que se acordó manejar la información compilada desde el año 2019, debido a que la estructura de la información en el sistema se empezó a manejar a través de este a partir de ese año. Previamente se utilizaban hojas en físico que con el pasar de los años se almacenaban o reciclaban, ya que no se encontraba información relevante a largo plazo. Adicionalmente, esta información de órdenes de producción o lotes bloqueados permitió observar el detalle de número de tarimas, códigos y descripciones de las referencias fabricadas, motivos de los bloqueos, así como en qué línea y fecha se produjo cada ítem.

Para poder realizar el análisis cuantitativo en base a un Pareto, se realizó varias segmentaciones de la data, por año, por líneas de producción por defectos que ocasionaron las unidades bloqueadas, y el número de unidades que fueron afectadas por los mismos defectos, véase en Anexo F. Para complementar la información del sistema, se utilizaron 2 tablas; la primera conformada por las unidades por tarima para cada código de referencia, de tal forma que podamos diferenciar qué productos se veían más afectados por cantidades exactas en lugar de tarimas en general. Esto se debió a que las tarimas podían tener cantidades desde 1,200 unidades hasta 4,800, sin un promedio que refleje un mayor porcentaje de validación. En segundo lugar, se afianzó la

información primaria con los costos de producción totales para cada referencia, lo que permitió detectar cuáles eran los defectos que mayores pérdidas generaban en dólares, es decir la moneda en que se manejan las ventas de la empresa.

Tabla 9: Unidades bloqueadas y su costo en dólares

Años	Millar Unidades Bloq.	Costo Total USD / 000
2019	24, 089	6,434
2020	11,674	3,414
2021	10,206	2,848

La tabla 1 muestra el comportamiento e impacto de unidades bloqueadas en los periodos analizados, además del costo que implica perderlas por los defectos que no entran en el nivel de calidad deseado por cada cliente. Adicionalmente, se debe estimar un costo por el proceso de re-selección de las unidades, de tal manera que puedan rescatarse algunas. Sin embargo, el proceso de re-selección implica considerar mano de obra adicional que podría estar cumpliendo otras funciones en el área de calidad. De acuerdo con el jefe de calidad, para el proceso de re-selección se toma en cuenta un total de 10,000 unidades examinadas por día, considerando que 3 personas por turno se encargan por 2 turnos de 12 horas cada uno de la tarea en mención. Asimismo, se debe tomar en cuenta que también se bloquean unidades de los procesos de producción de las áreas de acabados, es decir pintado o laqueado, impresión serigráfica, tampografía y otros.

De acuerdo con la base de datos sobre las unidades bloqueadas por defectos en producciones flint, se eligió analizar las 10 primeras descripciones de defectos, considerando que, de la lista de 76 defectos, las 10 cubrían el 65% del total de unidades observadas en promedio.

Figura 4: Pareto de defectos 2019

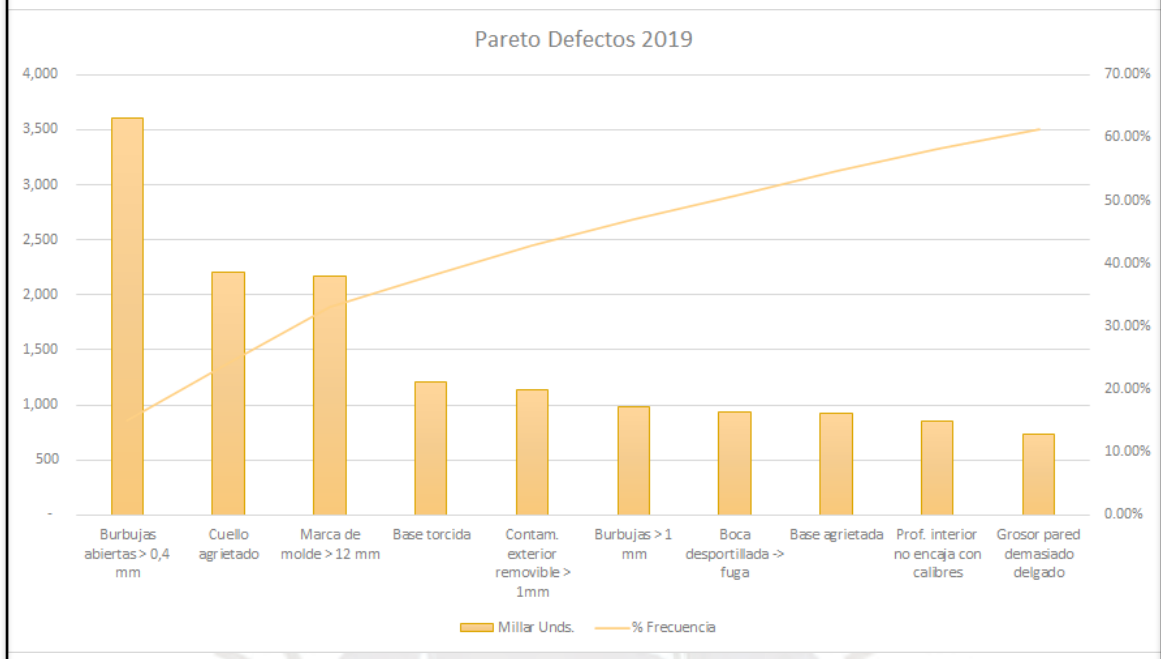


Figura 5: Pareto de defectos 2020

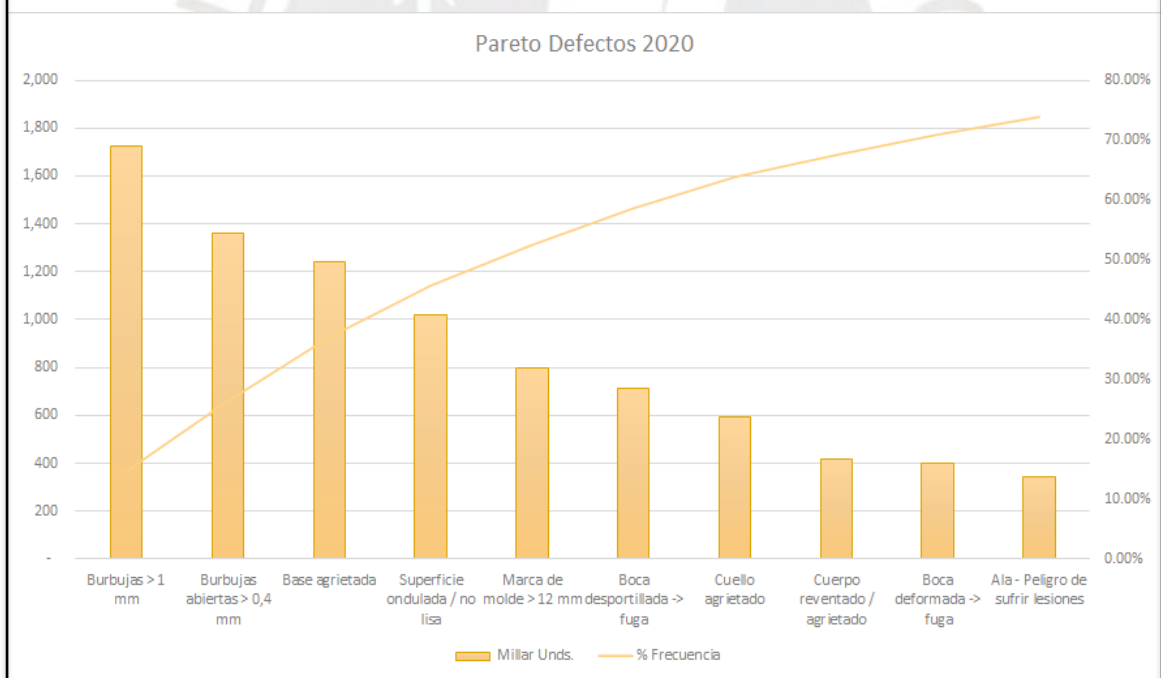
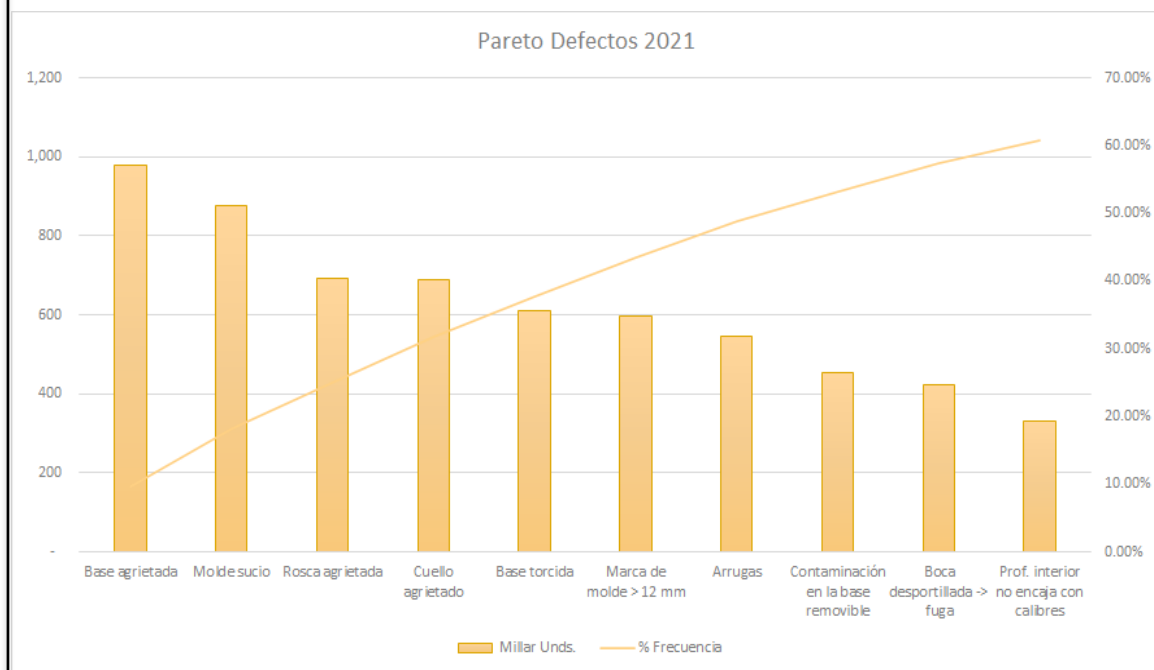


Figura 6: Pareto de defectos 2021



A partir de este método cuantitativo, se definieron de manera objetiva y en primera instancia aquellos defectos en donde se debería enfocar la presente investigación para lograr reducir la cantidad de unidades bloqueadas y el costo que implica no aceptarlas. Por otro lado, se empezó el análisis por la lista del 2021, en donde se revisaron los defectos y sus puestos en años previos para poder determinar la evolución de estos.

- a) **Base agrietada:** En primer lugar, se encuentra base agrietada, también conocido de acuerdo con el manual de defectos como rajadura en la base, la cual tuvo una evolución gradual entre periodos. Durante el 2019, el presente defecto afectó alrededor de 920 mil unidades y tuvo un costo de aproximadamente 250 mil dólares. En el 2020, a pesar de tener un año más corto de producciones, la base agrietada afectó 1 millón 200 mil unidades y aumentó en costo a un total de 330 mil dólares. A la fecha de recopilación de información, es decir julio de 2021, se tiene un total de 980 mil unidades afectadas que representan 300 mil dólares. Teniendo en cuenta que quedan 5 meses de producción, este defecto podría implicar una duplicación en sus cifras.
- b) **Molde sucio:** El presente defecto por otro lado, ha tenido una evolución mucho más intensa que el desperfecto previo. Para los años 2019 y 2020, se encontraba en los puestos 20 y 15 respectivamente, con un crecimiento escalonado, y considerando que llegó a un máximo 366 mil unidades y 107 mil dólares bloqueados. No obstante, para el año 2021 y a la fecha, se han bloqueado 875 mil unidades que representan 224 mil dólares. Este crecimiento será observado en el siguiente estudio que se realizó para el presente trabajo

de investigación, ya que en las entrevistas se especificaron los posibles motivos principales para dicho aumento.

- c) **Arrugas y cuello agrietado:** En el caso de estos 2 defectos, la variación entre años no sigue un patrón de crecimiento sucesivo. En el caso de las arrugas, se presentaba en el puesto 11 durante el 2019, bajó al 12 en el 2020 y llegó al 3 en 2021; mientras que el cuello agrietado, del 2 puesto, bajó al 7 y actualmente se encuentra en el puesto 4. La amenaza que presenta el cuello agrietado puede sumarse al problema de la base agrietada, ya que las posibles variables que causan estas rajaduras y que se presentarán más adelante son similares.
- d) **Marca de moldes, pliegues y rayas:** Para estas marcas, el desarrollo fue mucho más estable, ya que pasó de un tercer lugar en 2019 a la quinta posición para los años 2020 y 2021, en donde a la fecha está acumulando 595 mil unidades bloqueadas, es decir 205 mil dólares y durante 2019 llegó a un total de 2 millones 175 mil unidades bloqueadas y 571 mil dólares.

Una vez que se identificaron los principales problemas y su respectiva historia en los periodos estudiados, se procedió a realizar una guía de entrevista que permitiera conocer desde un plano general hasta uno específico la opinión de los supervisores encargados de mantener la productividad de vidrio flint lo más eficientemente posible en las áreas de flint y calidad. Las sub-áreas de producción que estarían directamente involucradas serían formación, cambio de referencia, taller IS, moldes y horno; mientras que por el lado de calidad, el departamento de metrología y calidad en cold end. En el siguiente punto, se conocerán los puntos más importantes y factores en común mencionados por cada encargado de área.

1.2. Base de Datos de Moldes y Lotes

Una segunda base de datos que brindó información relevante para contrastar los próximos estudios y entrevistas fue aquella compuesta por el detalle de lotes, descripciones de referencias, parámetros de producción y cantidades bloqueadas, así como sus costos respectivos. En otras palabras, en la siguiente tabla se resumió por año y máquina aquellas referencias que ocupaban el mayor porcentaje de unidades bloqueadas. De esta manera se pudo observar las diferentes características que mantenían en común dichos productos para intentar deducir si la configuración de las máquinas o las características de los ítems podrían ser una variable que afecte en gran medida la selección de unidades rechazadas.

1.2.1. Producciones 2019

En primer lugar, en el año 2019, véase en el Anexo C, a diferencia de los posteriores, se tuvo activa la línea 6 de producción flint durante prácticamente mitad del año. Esto debido a los constantes problemas que empezaban a presentarse para controlar sus parámetros y las referencias que se solicitaban producir en dicha línea. Se tenía como objetivo poder realizar un mantenimiento a la línea 4, la cual cuenta con el menor número de secciones y la capacidad más baja a la fecha. Sin embargo, se tuvo que mantener activa ambas líneas de tal manera que pudiera cumplirse con las fabricaciones requeridas. Adicionalmente, en el 2019, se exigió al máximo a las 4 líneas de producción ya que para el 2020, como se ha mencionado al inicio de la presente investigación, se tenía programado el mantenimiento general del horno y se detendría la producción por aproximadamente 2 meses. Durante el último trimestre del 2019 se tuvieron que adelantar producciones basadas en las proyecciones que los principales clientes compartieron con Heinz Glas.

Para el caso de la línea de producción 3 y 4, las producciones tenían referencias con un peso promedio de 114 gramos y trabajaron a una velocidad promedio de 96 botellas por minuto, lo cual lleva a pensar que se utilizaron las secciones completas de cada línea y el proceso en Doble Gota. Las formas de las referencias fueron en su mayoría irregulares y con varias aristas, lo cual es un factor que dificulta mucho el control en la producción, tanto durante la configuración de la máquina como en la preparación de las molduras necesarias. Un dato adicional es que la mayoría de estas referencias presentaban tener una distribución de vidrio inversa, es decir con bases pequeñas, más delgadas o con menos proporción de vidrio que en el cuerpo o la parte superior en general. Por la línea de producción se tuvo alrededor de 900 mil unidades bloqueadas sólo entre las primeras 10 referencias. Mientras que para las líneas 5 y 6 se tuvo un promedio de 700 mil unidades con referencias que tenían un peso promedio de 160 gramos y se producían a una velocidad promedio de 64 botellas por minuto.

Cabe mencionar que para el 82% de las referencias entre todas las líneas, se tuvo producciones con un nivel de calidad 4, para perfumes y fragancias en su mayoría.

1.2.2. Producciones 2020

Por otro lado, el año 2020, véase en el Anexo D, fue un año corto para la producción de vidrio flint. Debido a la pandemia, el promedio de unidades bloqueadas entre las 3 máquinas que se utilizaron fue de 450 mil unidades. Se debe considerar que, en el 2020, la producción de vidrio se mantuvo con normalidad entre enero y marzo; para posteriormente ser detenida hasta el mes de septiembre, por el mantenimiento general del horno.

Durante este año, las referencias a producir consistieron en ítems con un peso promedio mayor al del año previo. Para las líneas 3 y 4 el peso se mantuvo alrededor de los 125 gramos, mientras que para la línea 5 aumentó hasta 181 gramos entre los 10 artículos con mayor número de unidades bloqueadas. Por otro lado, al contar con un horno y líneas de producción optimizadas, se reconoce como un factor en común para todas las líneas el incremento en la velocidad de producción de hasta 110 en promedio para Doble Gota y 68 para el proceso Simple Gota.

Un detalle adicional entre los productos producidos en este periodo fueron las dimensiones con las que contaban; ya que cada ítem a pesar de su mayor peso mantenía medidas en altura y ancho que hacían referencia a botellas de 50 ml. En estos casos se contaba con un mayor peso en el espesor del vidrio, tanto en la base como las paredes internas, lo que a su vez provoca defectos comunes como las grietas y burbujas.

1.2.3. Producciones 2021

Para el periodo más reciente, véase en el Anexo E, las referencias analizadas con mayor número de unidades bloqueadas tenían como primer factor diferencial el hecho de no ser botellas para perfumería como tal, sino frascos o tarros y potes, lo cual empezó a ser una mayor tendencia para este año. Por otro lado, aparte de los parámetros analizados entre producciones, como los mencionados anteriormente, se halló que las referencias en su mayoría empezaron a ser proyectos nuevos, lo cual de acuerdo con el área comercial se trata de productos que tienen menos de 1 año en el mercado y como historial entre sus producciones. Estas novedades fueron resaltadas en las entrevistas que se analizarán posteriormente, ya que la dificultad de un frasco no depende sólo de su forma como tal, sino de la experiencia que se haya tenido por el tiempo que se lleva produciendo y las condiciones en las que se configuraron sus parámetros en fabricaciones anteriores.

Un nuevo aumento en el peso promedio y velocidad promedio por máquina se produjo en el 2021. En donde las líneas 3 y 4 llegaban a producir artículos con un peso de alrededor de 130 gramos a una velocidad de 102 botellas por minuto promedio. Mientras que la línea 5 alcanzó producciones de artículos con un peso de hasta 370 gramos como máximo, el cual históricamente ha sido el mayor peso que una referencia ha tenido. Esta producción al mismo tiempo tuvo como velocidad 30 botellas por minuto, el cual ha sido uno de los parámetros más bajos a la hora de configurar las máquinas. Como dato adicional, la referencia mencionada previamente, de 370 gramos, tenía que ser parte de las producciones de la línea 5, ya que esta cuenta con la opción de producir botellas a color llamadas Feeder en lugar de flint.

2. Entrevistas Semi Estructuradas

Tal como se mencionó anteriormente, las entrevistas a los supervisores de producción flint y calidad, estarían enfocadas en revisar una de las variables más relevantes para el proceso de fabricación de vidrio. La experiencia, el conocimiento y habilidades de cada persona, así como su opinión sobre la lista de defectos previamente realizada con el diagrama de Pareto. Antes de entrar en el detalle de cada sub-área, se resaltan algunos detalles de las entrevistas que permitirán entender el contexto de cada entrevistado.

Primeramente, todos los entrevistados cuentan con al menos una carrera técnica o de postgrado la cual les permitió crecer en la empresa durante varios años. El mínimo de años que lleva uno de los entrevistados es de 7, mientras que el máximo es de 14 considerando que se encuentran trabajando desde el inicio de operaciones de la empresa Heinz Glas en el Perú. Para estas personas, la empresa les concedió oportunidades de crecimiento y desarrollo profesional brindándoles ascensos y nuevas responsabilidades en sus áreas respectivas y de mayor experticia. Por otro lado, cada uno de los entrevistados mencionó el trabajo en equipo que llevan a cabo en sus respectivas áreas, el tipo de fortalezas y debilidades que reconocen dentro de cada una y algunos protocolos o estilos de trabajo que desempeñan de tal manera que puedan lograr el mayor rendimiento del personal a su cargo.

Finalmente, la percepción de calidad que sostienen los entrevistados no es menor de 7 considerando el 10 como el mejor estatus de calidad que se le puede dar. Esto se debe en la mayoría de los casos a que consideran que existen oportunidades de mejora tanto en procesos, máquinas y capacitaciones al personal que podrían lograr aumentar su apreciación de las botellas producidas. Asimismo, son conscientes de que los clientes con el pasar de los años exigen mejoras o algún tipo de progreso en la calidad del producto y la eficiencia que permite finalmente precios mucho más competitivos en el mercado. Tal como lo mencionó el jefe de ventas, la calidad es un factor que los clientes encuentran implícito al momento de comprar nuestros productos, sin embargo, y pesar de que existen las categorías por nivel de calidad para cada defecto, se necesita poder progresar o hasta perfeccionar los procesos para que la eficacia de producción aumente y los precios ofrecidos a los clientes generen una mayor rentabilidad.

A continuación, se detallará los argumentos y opiniones de cada supervisor de área entrevistado, cuyas responsabilidades y actividades podrían ser actualmente las que mayor influencia con los defectos que surgen durante la fabricación de las botellas de vidrio. Se revisarán las sub-áreas de producción flint y del área de calidad.

a) Horno (Batch House):

Esta área es el inicio de toda la cadena de fabricación del vidrio. Es aquí en donde se realiza la mezcla de insumos para conseguir cada botella, y se controla las temperaturas en las que debe estar cada zona de tal manera que el vidrio se logre formar correctamente en las líneas IS con sus respectivas molduras. Julio Bermejo, quien actualmente desempeña el cargo de supervisor de hornos, cuenta con un equipo de 14 personas bajo su cargo, entre las que se encuentran horneros y operadores. El principal comentario sobre su equipo y que se encontrará frecuentemente entre los demás entrevistados será el tiempo y experiencia que tiene su equipo, tanto en el campo laboral actual como en la industria del vidrio en sí.

Entre los defectos que Julio mencionó, que puede mantener bajo control desde su área de trabajo, se encuentran las burbujas, el color del vidrio y la apariencia de cada botella. Estas características son consideradas como críticas, ya que desde el horno es donde se empiezan a controlar tanto la mezcla de insumos para producir el vidrio, como los alimentadores para cada línea de producción que espera configurada con sus moldes y temperaturas adecuadas, de acuerdo con cada forma de botella que se requiere construir. Un insight que se pudo descartar como variable fue la constante variación en la receta del vidrio. El hecho de que la receta de insumos se encuentra en su versión 172 actualmente y es cambiada cada 14 días en promedio, se debe en gran parte a que el % de utilización de vidrio molido como parte de la receta varía.

El área de batch house es consciente de que los insumos que mezclan deberían poder ser filtrados mediante el área de laboratorio en cuanto a niveles de diferentes componentes que afectan directamente en el producto final. Sin embargo, actualmente el área de laboratorio se encuentra muy limitada y dirigida a las pruebas sobre el producto final, sin considerar tantos controles previos que podrían ayudar a mejorar la calidad del vidrio desde antes de entrar al horno.

Por otro lado, no es posible ingresar en el área que ocupa el horno, así como sus respectivas partes, ya que estas trabajan a temperaturas de 1,500 grados en promedio y son altamente riesgosas. De igual manera, uno de los inconvenientes que suceden en esta zona es la presencia de posibles restos o suciedad del propio ambiente, tales como polvo, partículas propias de los alrededores de la máquina, ya que está construida sobre espacios de cemento, entre otros posibles contaminantes. El único proceso y protocolo que se mantiene actualmente en caso de presentarse algún tipo de estos inconvenientes es rastrillar con una herramienta de metal hasta encontrar el contaminante y poder retirarlo.

En algunos casos, la posición de las agujas podría ser un motivo de formación de defectos, sin embargo, con relación a los defectos presentados en el apartado previo, la temperatura que se maneja en las primeras estaciones de la máquina IS y el posterior cambio a temperaturas más bajas podría estar provocando el llamado choque térmico y ocasionando las grietas en varias

partes de la botella, incluyendo el cuello y la base. Es por este motivo que un cambio drástico en las temperaturas controladas podría ocasionar un incremento significativo de la eficiencia. Un hecho ocurrido en el mes de agosto y que avala esta teoría, es el cambio que se realizó en las temperaturas de las zonas alimentadoras por recomendación de los técnicos alemanes, quienes con su experiencia pudieron aumentar la eficiencia promedio de una referencia en 20% y disminuyendo sobre todo el defecto de base agrietada en alrededor de 75 mil unidades de las 120 mil que anteriormente se había rechazado

Por otro lado, el defecto de burbujas, que fue el más resaltado por esta área, es ocasionado muy probablemente porque el horno se enfrió más de lo que debería o porque la extracción del horno ha superado su límite máximo.

b) Formación y Cambio de Referencia:

El área de formación de vidrio es la encargada de la secuencia intermedia de la producción, considerando que todo el proceso inicia en el área de mezcla y horno, mejor conocida como batch house. También es el área núcleo ya que se encarga del segmento principal; en otras palabras, es donde se realiza la configuración de máquina y se conectan las áreas de horno, moldes, y calidad cold end. Cristian Zegarra nos comenta que la comunicación con las otras áreas permite la constante mejora y control de la producción, sin embargo, un comentario muy resaltante fue la necesidad de elaborar un vidrio más maleable mediante la posible utilización de litio entre sus componentes. Mientras que, a nivel de maquinaria, a comparación de la matriz en Alemania, se reconoció la diferencia entre los tipos de máquina más actuales con los que cuentan por allá. Un factor importante para considerar son las estrategias de procedimientos que se tienen planificados para cada máquina y la ubicación de sus respectivos operadores, ya que algunos cuentan con más experiencia que otros y mucho podría depender de qué ítem se planifique fabricar.

Con relación a los 3 defectos que se encuentran con mayor frecuencia, las grietas en general volvieron a ser el primer defecto en ser mencionado. Seguido de temas dimensionales y algunos fallos menores, tales como rayas, las cuales también coincidieron con aquellos defectos que fueron previamente seleccionados. Dentro de los posibles motivos para que se produzcan las unidades defectuosas, se tiene una relación directa con los retos que se presentan en el día a día en toda el área de producción flint; lo cual implica en general, el acondicionamiento del vidrio, temperatura del horno, mezcla de insumos, calibración de máquinas y sobre todo la extracción que se tiene planificada para cada día. En un mayor detalle, se explicó que, al tener 4 líneas de producción, la extracción del horno para cada línea es muy interdependiente, es decir que las condiciones con las que se trabaja una referencia en la línea 3 va a depender de qué otras

referencias se están produciendo en las otras líneas. Por este motivo, no siempre funciona la historia de cómo se configuró una máquina para producir eficientemente cierta referencia, ya que la próxima ocasión en que esta entre en máquina, muy probablemente cuente con otras referencias que la acompañen en las otras líneas y la mezcla en sus insumos tenga alguna variación adicional. Por otro lado, las grietas y el molde sucio son aquellos defectos que mayor relación pueden guardar, ya que el procedimiento de lubricación, cuyo propósito es evitar las grietas, podría estar provocando el defecto de molde sucio. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta que las grietas exclusivamente en la base sí pueden ser producidas por el choque térmico.

En conclusión, se debe revisar muy bien la calibración de cada referencia, el diseño y estado de las molduras, la temperatura del vidrio y ver si su composición actual permite que sea maleable. Para cumplir con cada paso, el área de formación como ya se mencionó anteriormente sirve como núcleo o corazón del proceso, por donde las áreas previas y posteriores se pueden conectar y revisar si es necesario realizar ajustes y en dónde sería la mejor opción. Es necesario un mayor involucramiento por la parte de las áreas de desarrollo y calidad, ya que se debe garantizar que tanto moldes y planos estén alineados, como la calidad y los comentarios de los clientes sobre el nivel de calidad esperado para cada referencia y sus panoplias que sirven de patrón y límites para todas las áreas productivas.

c) Cold End Technic:

El departamento de técnicos mecánicos, instrumentistas y electricistas encargados de controlar, dar mantenimiento y avalar los buenos procedimientos durante las producciones se encuentra bajo el mando de José Sialer, quien es el líder del área bajo la especialidad de electricista. “Dar soporte principalmente a la zona fría, por donde sale el producto terminado para empacar”, es lo que José explicó posteriormente mediante ejemplos ocurridos en su área en los últimos años. Lo primero que resalta del área de Cold End Technic, en adelante CET, es que el mundo del vidrio para sus integrantes es un rubro totalmente nuevo. El equipo está conformado por técnicos mecánicos y eléctricos, algunos de los cuales no cuentan con mucha experiencia con la maquinaria que se trabaja en el rubro. La calibración de las máquinas y sus respectivas evaluaciones son parte de un proceso que han ido aprendiendo con la experiencia y los errores que surgían en cada ocasión de la que eran partícipes. En su mayoría, se encargan de realizar mantenimientos preventivos, los cuales son planificados mediante las reuniones que se realizan el día anterior a cada programación.

Actualmente, en las líneas de producción flint se cuenta con 2 tipos de máquinas de inspección llamadas Dual y Argos. Estas máquinas permiten prevenir defectos dimensionales y detectar grietas en las zonas más vulnerables como la boca y cuello de las botellas. Esto permite

que los inspectores visuales y las personas encargadas de empacar los frascos eviten una revisión manual de las unidades. Estas máquinas actúan como el primer filtro que permite detectar y alertar a las áreas de producción para encontrar la causa y corregirla de tal manera que los defectos se reduzcan o entren en el límite tolerado por los clientes. Este tipo de controles existen en la matriz de Heinz Glas en Alemania a un nivel más avanzado. Es decir, mediante inversiones en maquinarias más avanzadas se podría tener una optimización en los controles que se realizan sobre defectos visuales comunes y dimensionales, que se configuran en base a un patrón. A pesar de que esta propuesta pueda parecer una gran ayuda, se deben tomar en cuenta otros factores, tales como el conocimiento sobre el funcionamiento de dicha maquinaria, el idioma e instructivos que se necesitan para darle el correcto mantenimiento y sobre todo el hecho de que las máquinas utilizan un patrón definido visual y manualmente por los inspectores de calidad visuales en base a las panoplias que son aceptadas por los clientes. Por otro lado, se encontró que el personal está limitado en número y conocimiento, a consecuencia de la pandemia. Parte de su aprendizaje consiste en los errores que les permiten corregir y brindar nuevos planes de acción.

Con relación a los defectos seleccionados anteriormente, en esta área existe la conciencia de que las grietas se forman a partir de cambios en la temperatura de las placas internas de la línea IS y de las molduras; además de considerar que la cantidad de parámetros con los que se debe configurar la máquina también son parte de la complejidad y el motivo de los defectos. Es por esta razón que el área de formación de las gotas es considerada como el área central o núcleo en donde se tiene la mayoría de las oportunidades de corrección y mejoras para evitar la formación de inconsistencias en el vidrio.

d) Moldes:

Como parte de la entrevista al área de moldes, la entrevista brindada por Sergio León permitió conectar la descripción y motivos de 2 de los principales defectos listados. El taller de moldes actualmente cuenta con 3 funciones principales, la fabricación, reconstrucción y mantenimiento de las molduras existentes en la empresa. Es de suma importancia mantener la comunicación y una propia organización de funciones, ya que el personal con el que cuenta a su cargo es un equipo joven que está en proceso de ganar experiencia. La importancia de tener las molduras listas y en buen estado es de una gran significancia, Sergio calcula entre el 40% y 60% de responsabilidad sobre el producto final.

Es importante mencionar que se debe ser muy minucioso para llegar al nivel de especificaciones que los clientes solicitan y que con el pasar de los años se ha complejizado. El área de moldes comprende que la operación de producción de vidrio es muy cambiante y que se deben brindar soluciones en línea. Es por este motivo que en lugar de sólo buscar cómo parchar

los problemas temporalmente, se prefiere dedicar un tiempo mayor a reuniones entre sub-áreas de producción que permitan encontrar las causas raíz. Posteriormente se mantendría un historial de las medidas correctivas, sin embargo, estas no serían suficientes ya que incluso la producción de una referencia puede verse afectada por el tiempo, ambiente, personal a cargo y tareas de preparación que se realicen en un lote diferente.

Respecto a los defectos determinados, el área de moldes coincide en que las grietas son en parte producto del choque térmico existente en las líneas IS, pero, además, añade como probabilidad el arrastre existente entre la salida del frasco de su moldura hasta la templa mediante una faja de transporte. En segundo lugar, el molde sucio es totalmente responsabilidad de esta área y su principal motivo es la cantidad de lubricación que se lleva a cabo en cada moldura. Es aquí en donde surge una conexión entre los 2 defectos previamente mencionados y sus posibles causas.

En primer lugar, se explicó que la lubricación es realizada con el objetivo de evitar las grietas, a pesar de ello, el lubricar de manera excesiva comienza a manchar el molde y la inexperiencia del personal podría provocar este desorden. Cabe mencionar que existe un sistema llamado Carboflame y que actualmente sirve como un sistema de lubricación automática y a medida, no obstante, este sistema no está presente en todas las máquinas y a todo momento, añadiendo que necesita de mantenimiento constante para poder ser utilizado de la mejor manera. Una gran recomendación que surgió como insight fue el hecho de poder mantener un intercambio de información a tiempo real con el equipo de la matriz en Alemania y con la dicha data poder armar un manual de cómo actuar para cada tipo de defecto.

e) Control de Calidad:

El supervisor encargado del área de control de calidad es Carlos Cayra, quien no sólo tiene bajo inspección el área de producción flint, sino también la elaboración de los acabados, desde pintados hasta impresiones. La comunicación entre áreas es constante, pero si se necesitara mejorar algún punto, entonces sería el compromiso que existe entre las responsabilidades en conjunto, ya que existen los recursos necesarios entre áreas para poder producir sin inconvenientes. El equipo de control de calidad cuenta con los supervisores visuales quienes serían encargados de la primera línea de filtro de defectos luego de las pruebas mecánicas Dual y Argos, mencionadas previamente. Estos supervisores fueron parte del estudio en el tercer apartado de este capítulo, en donde además de ya conocer las causas técnicas y posibles motivos de los defectos, se determinará qué tan alineados se encuentran visualmente, las personas que tienen la responsabilidad de tolerar o rechazar botellas defectuosas.

Una primera característica que resaltó en la presente entrevista fue la mención de los defectos durante las primeras horas de todas las producciones, los cuales en general no pueden ser solucionados, ya que son parte del tiempo que toma la configuración de molduras y máquinas. A pesar de esto, es necesario contar con un límite de tiempo y tolerancia para estos defectos, con el objetivo de no llegar a un punto en donde se empieza a perder no sólo unidades sino materia prima y horas del personal en intentar arreglar los parámetros. Otro hallazgo para resaltar es que se necesita la participación de un área adicional a producción y calidad dentro de la corrección de procesos; el área de desarrollo.

El apoyo por parte del área de desarrollo consistirá en gran parte en el poder revisar los planos en paralelo a las molduras de tal manera que se identifique una matriz de riesgos y se puedan prever las dificultades que cada referencia podría presentar en mayor medida. Actualmente, el área de control de calidad se ha visto afectada por la pandemia, ya que el personal se ve sujeto a muestreos muy limitados, que pasaron de 300 unidades por hora a la mitad. Por otro lado, el tener personal nuevo y una alta rotación implica que el aprendizaje y la experiencia se han desaprovechado y perdido constantemente sin poder lograr una estabilidad en una de las tareas principales del área de calidad.

f) Metrología:

El área de metrología al igual que control de calidad cumple con una gran responsabilidad post producción, realizando revisiones a la línea y sus máquinas de control dimensional junto con el equipo de CET al ingresar y durante el proceso de fabricación. El comentario que más resaltó durante esta entrevista fue el hecho de que el trabajo en HGP es muy visual, que se trabaja mucho con personas en lugar de máquinas y procesos tecnológicos. Aun así, saben que cada día es un reto el poder controlar los defectos de los diferentes ítems planificados y que cada área actúa de inmediato, una vez es reportado el defecto que sobresale.

Además del choque térmico y la lubricación que se han mencionado previamente, en el área de metrología se brindó feedback sobre las grietas que podrían estarse generando en los envases. Aunque nuevamente se involucre al área de moldes, ya que algún pequeño detalle o parte que se encuentre en el fondo de este podría estar generando fisuras en el producto terminado. Se debe extender el control en el taller de moldes, examinar el estatus en que se encuentra cada moldura y sus diseños junto con el área de desarrollo, quienes brindan los planos y el área de metrología, quienes cuentan con las herramientas necesarias para este tipo de controles. Por último, un detalle muy importante es que es necesario que un área se responsabilice por el mantenimiento de información en el sistema, sobre todo cuando se trata de actualizar el nivel de calidad acordado por producto con cada cliente. Las áreas de control de calidad y metrología

confían en que la data se encuentre actualizada, sin embargo, muchas veces se encuentran con información obsoleta que dificulta sus controles e incrementa el nivel de exigencia sobre los productos.

3. Estudio de Fiabilidad Interjueces

Durante la etapa de medición, también se buscó evaluar el criterio de los trabajadores en cuanto a la selección de ítems que procederán a ser descartados o aprobados. Teniendo en cuenta que los criterios personales difieren los unos de los otros, se consideró relevante realizar una prueba que ponga a evaluación la fiabilidad de este criterio de selección.

En este sentido, dos aspectos distintos entran a formar parte típicamente del estudio de fiabilidad: de una parte, el sesgo entre observadores y, de otra, la concordancia entre observadores; es decir, hasta qué punto los observadores coinciden en su medición. Para el segundo aspecto, la manera concreta de abordar el problema depende estrechamente de la naturaleza de los datos: si éstos son de tipo continuo es habitual la utilización de estimadores del coeficiente de correlación intraclase, mientras que cuando se trata de datos de tipo categórico el estadístico más empleado es el índice kappa (López de Ullibarri, I. & Pita Fernández, S., 1999). Debido a que la evaluación de cada ítem solo daba como resultado: aprobado o rechazado, la naturaleza de los datos es categórica. Por ello, se decidió desarrollar el estudio a base del índice kappa y siguiendo los parámetros que pueden apreciarse en la Tabla 10.

Tabla 10: Ficha técnica de expertos

Criterio	Valor
Nº Candidatos	11
Cantidad de ítems a inspeccionar	30
Repeticiones del test por candidato	2

En orden de adquirir más datos, cada candidato realizó la evaluación dos veces y en cada oportunidad los ítems fueron los mismos. Además, el análisis se dividió en dos partes, siendo la primera una comparativa individual sobre los resultados de cada operador y la segunda, una comparativa entre el nivel de concordancia general de todos los operadores versus el patrón.

Asimismo, con la intención de respetar la confidencialidad de los operadores que colaboraron con este estudio se tuvo la necesidad de reemplazar los nombres por códigos asignados respecto al orden de participación. A continuación, se presenta el cuadro resumen sobre los resultados del primer análisis, individual, desarrollado en SPSS.

Tabla 11: Cuadro resumen de significancia

Operarios	M1 vs M2	M1 vs Patrón	M2 vs Patrón
OP1	< .001	0.003	0.002
OP2	< .001	0.063	0.033
OP3	0.002	0.063	0.034
OP4	< .001	0.001	0.001
OP5	< .001	0.136	0.098
OP6	< .001	0.001	0.001
OP7	< .001	0.002	0.016
OP8	< .001	0.001	< .001
OP9	< .001	0.003	0.014
OP10	< .001	0.018	0.004
OP11	< .001	0.002	0.018

Se tomó de referencia un valor de significancia equivalente al 0.05, por lo cual, cualquier valor por encima de este implicaría una diferencia significativa en cuanto al ideal de selección que se había establecido como patrón. Entre mayor sea el valor de significancia, mayor es la diferencia contra la referencia. De tal forma, se puede apreciar que OP2, OP3 y OP5 fueron los que cometieron un mayor número de errores en base al ideal durante el primer muestreo. Asimismo, el OP5 fue el único que tuvo un número de errores significativo durante el segundo muestreo y en general es el que mayor valor en cuanto a significancia tiene en ambas evaluaciones.

El segundo análisis se llevó a cabo tomando en consideración únicamente el total de ítems evaluados entre el primer y el segundo muestreo; es decir, no se evaluó a los operarios, sino la concordancia total. En el cuadro presentado a continuación se observan los resultados del análisis Kappa para el total de evaluaciones.

Tabla 12: Datos cruzados de muestra vs. patrón

			Patrón		
			Aprobado	Rechazado	Total
Muestra	Aprobado	Recuento	257	44	301
		% dentro de Muestra	85.40%	14.60%	100.00%
		% dentro de Patrón	64.90%	16.70%	45.60%
	Rechazado	Recuento	139	220	359
		% dentro de Muestra	38.70%	61.30%	100.00%
		% dentro de Patrón	35.10%	83.30%	54.40%
Total	Recuento	396	264	660	
	% dentro de Muestra	60.00%	40.00%	100.00%	
	% dentro de Patrón	100.00%	100.00%	100.00%	

Del total de selecciones se puede apreciar que 467 muestras estuvieron acorde al patrón, entre aprobaciones y rechazos. Sin embargo, dentro las 193 que presentaron un criterio de selección opuesto, la mayoría ocurrió en cuanto a la aprobación de los ítems. Es decir, los candidatos rechazaron una mayor cantidad de ítems de los que debían. El porcentaje de ítems rechazados en base al patrón era del 40% de la muestra total, lo que implica que 264 eran los que, se supone, no debieron pasar el control visual. No obstante, fueron 139 los ítems adicionales que los operadores consideraron como rechazos, lo que equivale a un incremento del 52.65% sobre el modelo ideal.

Posteriormente, se realizó un análisis sin tomar en cuenta las muestras de los operadores con diferencias significativas al patrón. Esto con la intención de encontrar información más precisa acerca del impacto que generan sobre la muestra total. Los resultados se pueden apreciar en el cuadro a continuación.

Tabla 13: Datos cruzados de MOP vs. patrón

			Patrón		
			Aprobado	Rechazado	Total
MOP	Aprobado	Recuento	200	30	230
		% dentro de Muestra	87.00%	13.00%	100.00%
		% dentro de Patrón	69.40%	15.60%	47.90%
	Rechazado	Recuento	88	162	250
		% dentro de Muestra	35.20%	64.80%	100.00%
		% dentro de Patrón	30.60%	84.40%	52.10%
Total	Recuento	288	192	480	
	% dentro de Muestra	60.00%	40.00%	100.00%	
	% dentro de Patrón	100.00%	100.00%	100.00%	

Si bien el tamaño de la muestra disminuyó a 480 por tomar en cuenta, únicamente, las selecciones de los mejores operadores (MOP), el rango de error se mantuvo en 40%. En este caso, el número de errores del patrón fue de 192, pero como resultado real se obtuvo 250. Sin embargo, si bien los errores aumentaron en 88 muestras, sobre el modelo ideal, lo cual equivale a un 45.83%, este resultado mejoró el rango de error en un 6.82% respecto al análisis posterior, el cual incluía a todos los operadores.

Por último, se muestra el análisis realizado a los operadores con el mayor error (OPME), donde se puede apreciar que generan un rechazo de 108 muestras sobre un total de 180, donde el ideal es de 72, lo que quiere decir que existe un exceso de 51 muestras equivalentes a un incremento de 70.83% sobre lo indicado por el patrón.

Tabla 14: Datos cruzados de MOP vs. patrón

			Patrón		
			Aprobado	Rechazado	Total
OPME	Aprobado	Recuento	57	14	71
		% dentro de Muestra	80.3%	19.7%	100.0%
		% dentro de Patrón	52.8%	14.9%	39.4%
	Rechazado	Recuento	51	58	109
		% dentro de Muestra	46.8%	53.2%	100.0%
		% dentro de Patrón	47.2%	80.6%	60.6%
Total	Recuento	108	72	180	
	% dentro de Muestra	60.00%	40.00%	100.00%	
	% dentro de Patrón	100.00%	100.00%	100.00%	

En síntesis, se puede evidenciar que el principal problema de la selección de muestras por parte de los operarios es el descarte excesivo de ítems. Puesto que tanto los MOP como los OPME tienen valores relativamente bajos en cuanto a la aprobación de ítems que deberían ser rechazados. Además, tomando en consideración que el 20% del total de operadores son los que incrementan en gran cantidad el margen de error a un aproximado de 52% en el muestreo general, esto generaría, a largo plazo, pérdidas económicas significativas a la empresa por un monto anual de aproximadamente 684,210 dólares.

4. Validación con Expertos

Una vez terminados los análisis cuantitativos y las entrevistas como parte cualitativa, se procedió a resumir puntos en común, información relevante y conexiones directas tanto para los defectos que se seleccionaron al inicio del presente capítulo, como en general. En este apartado se validaron mediante entrevistas a los jefes de cada área involucrada los hallazgos más importantes, reconociendo como resultando las siguientes proposiciones por área, las cuales

finalmente permitirán brindar conclusiones y recomendaciones sobre este diagnóstico. Y finalmente en un tercer punto se podrá contrastar qué tan cerca se encuentran los actuales conocimientos de supervisores y jefes sobre las causas de defectos mediante un manual por defecto, que también muestra sus posibles soluciones.

4.1. Calidad

Para validar los hallazgos de las entrevistas previamente comentadas y el estudio estadístico para la alineación de operaciones, el jefe de calidad, Romel Sandivar, proporcionó los siguientes planteamientos. Con una breve presentación, se comentó su experiencia en el sector del vidrio, pero en un rubro diferente al de las botellas para perfumería y cosmética. Con 4 años de experiencia, la primera clara validación que brindó Romel fue el reconocer que, a pesar de la automatización en los procesos, siempre se va a depender de un patrón visual que se debe ajustar a criterio de una persona y que, por tal motivo, la experiencia siempre será un factor diferenciador en la producción.

Por otro lado, se coincidió en 2 de los defectos más comúnmente encontrados, las grietas y arrugas o marcas de molde, lo cual también incluye rayas. El tercer defecto que fue mencionado y no se encontraba monitoreado fue el de superficie ondulada. La siguiente validación se enfocó en la causa más mencionada durante las entrevistas a supervisores; la lubricación en los moldes, proceso cuyo objetivo era evitar grietas estaría provocando el defecto de molde sucio y a su vez no evitaría la aparición de grietas por la inexperiencia durante su ejecución. Adicionalmente, se señaló claramente que mucho va a depender la relación de defectos con cada referencia, ya que son casos muy particulares y es complicado generalizar. Sin embargo, se podría considerar que respetar los protocolos y controlar ese tipo de actividades tendría un impacto de alrededor del 50% sobre las unidades defectuosas.

Una siguiente afirmación que se corroboró fue que los traspasos de la máquina a la placa térmica es de las variables más comunes e influyentes que surgen, sin embargo, se debe considerar también que hay fallas constantes en las líneas IS y por eso suceden los problemas. Los fallos son parte de la maquinaria y en ocasiones es necesario pedir el apoyo de Alemania para poder resolverlos. Aun así, cuando se intenta resolver internamente, cada área sabe que tiene una responsabilidad, la cual puede estar afectando la cadena de procesos, ya que se considera trabajo en conjunto.

Sobre el estudio que se realizó con los inspectores visuales, se esperaba un resultado no conforme, aunque el motivo principal para justificar dicho resultado era la inexperiencia de algunos inspectores, quienes se encuentran en proceso de aprendizaje y adaptación al nivel que se requiere como inspectores visuales. Sin embargo, lo alarmante es que las 3 personas que

representaban la no conformidad del estudio ya tenían varios años de experiencia en la empresa y es preocupante que a la fecha hayan tenido equivocaciones en su análisis visual. Surge entonces la hipótesis de que se estarían descartando más unidades de los que se debería y tolerando unidades que podrían provocar futuros reclamos por parte de los clientes.

4.2. Producción

Otro punto de vista es el de Jorge Quispe, jefe del área de producción flint, quien conoce las operaciones desde que se iniciaron en el Perú y cuya labor principal define como la búsqueda del mejor performance en las operaciones junto a todo su equipo, conformado por las áreas previamente mencionadas; horno, formación, moldes y CET. Lo primero que resaltó en la actual validación fue la importancia del personal y sus capacitaciones en los diversos procesos que llevan a cabo. Esto llevó a 2 posibles propuestas, el aumento de capacitaciones, que incluyan a los expertos internacionales en el rubro y por parte de la matriz; y el poder encontrar talento que ya esté capacitado para ejecutar las funciones principales en las sub-áreas de producción. Asimismo, se debe buscar una automatización progresiva en los procesos operativos, lo cual en el Perú lleva estancado por falta de buenos resultados que permitan generar una inversión confiable. Finalmente, el involucramiento de los altos cargos durante casos de fallos extremos y medios, cuyas consecuencias terminan afectando a toda la cadena de distribución.

Tal como mencionaron resumidamente en las entrevistas previas, las capacitaciones constantes para el personal posibilitan la mejora no sólo en el manejo de las máquinas, sino en el desarrollo de ideas que podrían solucionar fallos durante la producción, los cuales provocan los defectos estudiados. Como ya se mencionó, muchas veces se necesita el apoyo de Alemania para lograr solucionar fallos, ya que en Perú sólo se cuenta con la maquinaria principal para controlar la producción. Además, en Alemania existe una escuela de vidrio por la que todo el personal que vaya a estar involucrado con las máquinas IS debe pasar, mientras que en Perú sólo existen capacitaciones individuales.

En cuanto a los defectos, la validación permitió coincidir en las grietas como el más grande problema a tomar en cuenta durante la fabricación de envases. Y además se generalizaron problemas dimensionales y visuales que no coinciden del todo con el estudio ni los reportes existentes en el sistema. Sobre las grietas, se reconoce que son muy variables por las distintas referencias que maneja la empresa y pueden ser ocasionadas por condiciones de temperatura, tonelaje, configuración de máquinas, número de estaciones activas o fallos en los mecanismos o en el taller de moldes. Por otro lado, a pesar de que los otros 2 defectos generalizados no coincidieron, el posible motivo para que aparezcan estuvieron muy cercanos y relacionados a los análisis realizados; en resumen, el desgaste de la moldura. Un dato adicional para considerar es

que, a pesar de no ser recurrentes algunos defectos, se reconoció que existen temporadas para el aumento de cada uno, pero que por lo general mucho dependerá de qué referencias se estén produciendo.

Considerando un mayor detalle en el defecto de las grietas, la lubricación podría no guardar una relación muy estrecha con las mismas, sobre todo con las grietas en la base, ya que este proceso ayuda a evitar las grietas en el hombro o cuerpo; no obstante, sí coincidió el posible aumento en las grietas de la base con el traslado de las unidades entre máquinas y los cambios de temperatura entre ambientes. Esto se puede comprobar obteniendo una muestra que salga de la máquina y responda a un cambio brusco en la temperatura que lleva su materia fuera de las máquinas. Para este tipo de defectos, el área que mayor conocimiento puede brindar a las demás áreas es la de formación, esta área es el núcleo del proceso, en donde se pueden relacionar todas las áreas y la información que trabajan; por lo que, si un área no brinda data correcta o herramientas en estado óptimo, el área de formación se encargaría de comunicar y mantener en alerta a todos los involucrados.

Por último y en referencia al estudio que se hizo sobre los inspectores visuales de calidad, Jorge mencionó que se debe tener en cuenta un cambio en la mentalidad de los empacadores. Muchas veces se prefiere descartar unidades que podrían tranquilamente ser aceptadas o toleradas por el temor a asumir la responsabilidad de un reclamo a futuro. Hay que aprender a convivir con este tipo de operación, ya que como ya se reconoció anteriormente, el trabajo es muy manual y visual. Y es complicado poder coincidir criterios, de manera que se pueda obtener un menor porcentaje de fallos. Es aquí donde nuevamente surge la aceptación de la necesidad de capacitaciones y el poder afianzar a los trabajadores con sus labores diarias; ya que la alta rotación de hoy en día no permite mantener estable este tipo de procedimientos.

4.3. Cuadros de Causas de Defectos

Una última validación de la información recolectada durante las entrevistas permite contrastar la data frente a unos cuadros hechos para un manual desde Alemania sobre las posibles causas y soluciones por defecto. A continuación, se encontrarán 2 tablas, en donde se distinguieron 5 de los defectos tal como aparecen en el manual.

En el primer cuadro, para el defecto de base agrietada y con respecto a las 6 posibles causas, el personal en Perú reconoció 4 de los 6 motivos. Los motivos que no se mencionaron fueron la cinta muy fría para la máquina y la altura del fondo de la forma final o molde. De esta manera las causas más frecuentes se validan como consecuencia del control sobre la temperatura y la faja de transporte hacia los hornos de enfriamiento. El choque térmico y la propia faja deben ser los puntos por analizar y mejorar. Mientras que las soluciones para dichas causas no son

presentadas de manera detallada. De esta forma, se puede asociar el hecho de que para cada referencia existe un diferente tipo de solución, en el caso de las temperaturas, aunque la posible solución más allá de corregir las mismas, sería encontrar la manera de medirla más rápidamente.

Tabla 15: Análisis de defecto principal

Defectos	Posibles Causas	Soluciones
Base Agrietada	Altura del fondo de la forma final	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar el fondo de la forma final de manera exacta
	Fondo de la forma final muy caliente o frío	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar, corregir temperatura
	Tiempo de transporte muy largo hasta los hornos de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cintas para máquinas más rápidas • Calentar las cintas (quemador, túnel)
	Envase muy frío	<ul style="list-style-type: none"> • Calentar el vidrio • Elevar el número promedio
	Placa de transición de la cinta transversal a la cinta del horno de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar las transiciones de manera exacta
	Cinta para máquinas muy fría	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el enfriamiento de la banda inferior • Verificar que el quemador de la cinta este prendido

Por otro lado, para los siguientes defectos, se tuvo una precisión muy parecida. Lo más resaltante de la tabla 16 es el involucramiento de la lubricación y el molde con sus componentes. La temperatura volvió a ser un factor determinante en el defecto de arrugas. Mientras que, para los otros defectos, la exposición, tiempos y mantenimiento de moldes fue el motivo principal.

Tabla 16: Análisis de defectos secundarios

Defectos	Posibles Causas	Soluciones
Arrugas	Nivelador muy frío	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el enfriamiento del nivelador
	Presión del nivelador muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la presión del nivelador
	Preforma muy fría	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el viento frío
Molde Sucio	Lubricante fuente	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar la forma • Reducir la cantidad de lubricación e intervalo
	Tiempo de exposición de la forma final	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar la forma final
	Tiempo de exposición del pre-molde	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el pre-molde
Rayas	Revestimiento de la preforma desgastado	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el pre-molde
	Pre-molde sucia	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el pre-molde
	Lubricación	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar ajustes del Carboflam • Lubricar el pre-molde
Cuello Agrietado	Velocidad de la apertura del pre-molde muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir velocidad
	Sujetadores de la boca desplazados	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar el sujetador de la boca
	Lubricación insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricar los cuellos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

El objetivo de esta investigación era diagnosticar los factores que generan mayor variabilidad dentro del proceso productivo de HGP. En primer lugar, los principales factores que influyen en la producción son la fórmula utilizada para crear el vidrio, la calibración de la máquina y la expertise del personal.

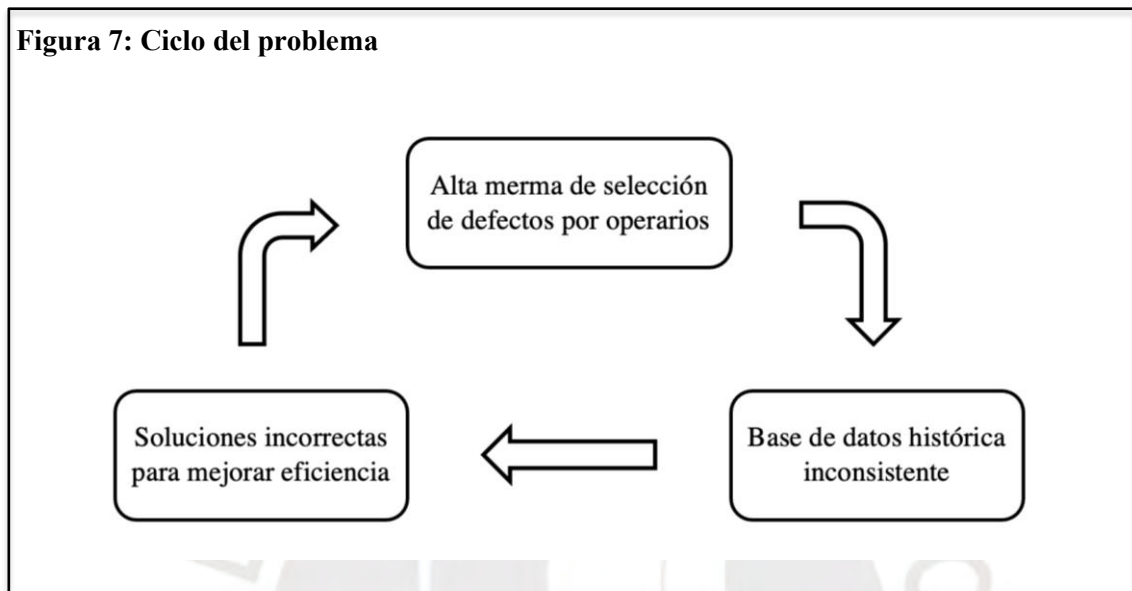
HGP se refiere a la fórmula utilizada para la creación de vidrio como su “receta secreta”. Sin embargo, a pesar de ser el componente principal para la fabricación de cualquiera de sus productos, la fórmula es altamente variable. A lo largo de la presente investigación, la fórmula fue modificada más de 5 veces. El motivo principal, según el personal, se atribuye al tema de costos de adquisición de todos los componentes de la fórmula y como puede impactar en los presupuestos de la empresa. No obstante, el mismo personal afirma que el manipular la fórmula hace que las configuraciones de cualquier línea de producción sean imprecisas, a pesar de tener las especificaciones para un tipo de producto fabricado con anterioridad para algún cliente. Por ello, la variabilidad de la fórmula genera como consecuencia que la información histórica de configuraciones de productos no sea más que una guía referencial a la cual se debe adicionar más tiempo y recursos para volver a fabricar un producto anteriormente elaborado.

En cuanto a la calibración de la máquina, esta está directamente relacionada con el tipo de producto que se quiere fabricar. El peso, forma y color del producto son factores que determinan la complejidad de los ajustes a realizar a cada línea de producción.

Como tercer factor, se encuentra la expertise del personal. Este factor es considerado como crítico por los altos cargos de HGP, debido a que, como señalaron en las entrevistas, el sector de vidrio tiende a ser muy especializado. Por lo general, las personas que llegan a trabajar a la empresa pasan por una serie de filtros y capacitaciones para poder aprender a manejar las máquinas. Incluso, deben operarlas durante aproximadamente 6 meses bajo supervisión directa antes de poder tener la responsabilidad de manejarla por ellos mismos. Sin embargo, a pesar de la importancia considerada para este factor, los altos cargos de HGP reconocen que existe un problema de rotación y retención de talento, donde una de las principales justificaciones se atribuye a la falta de escalabilidad de puestos técnicos en comparación a puestos administrativos.

En segundo lugar, se llegó a la conclusión de que, si bien GHP tiene un excelente registro de información histórica, la mayoría puede tener un margen de error mayor al esperado. Es decir, las ratios de errores o bloqueos pueden ser mayores o menores a los que dictan los historiales de información. Esto se concluyó debido al estudio de fiabilidad de interjueces, donde se determinó

que existe un margen de rechazo de ítems que sobrepasa por 52.65% el modelo guía. Esto generara como consecuencia sesgos en los informes de rendimiento trimestrales al igual que un aumento significativo en costos de producción que bordea los 2.5 millones de dólares anuales entre rechazos y mermas. De esta manera se crea un ciclo de problema, el cual se puede apreciar en la Figura 7.



Por último, los trabajadores involucrados directamente en los procesos productivos indican que el taller de moldes es actualmente un área crucial para el flujo de información y cumplimiento de los objetivos del proceso productivo, pues es ahí donde se desarrolla el modelo de producto a fabricar. Es por ello por lo que la correcta comunicación y la mejora continua del taller de moldees es considerado un FCE para el proceso de creación de vidrio.

2. Recomendaciones

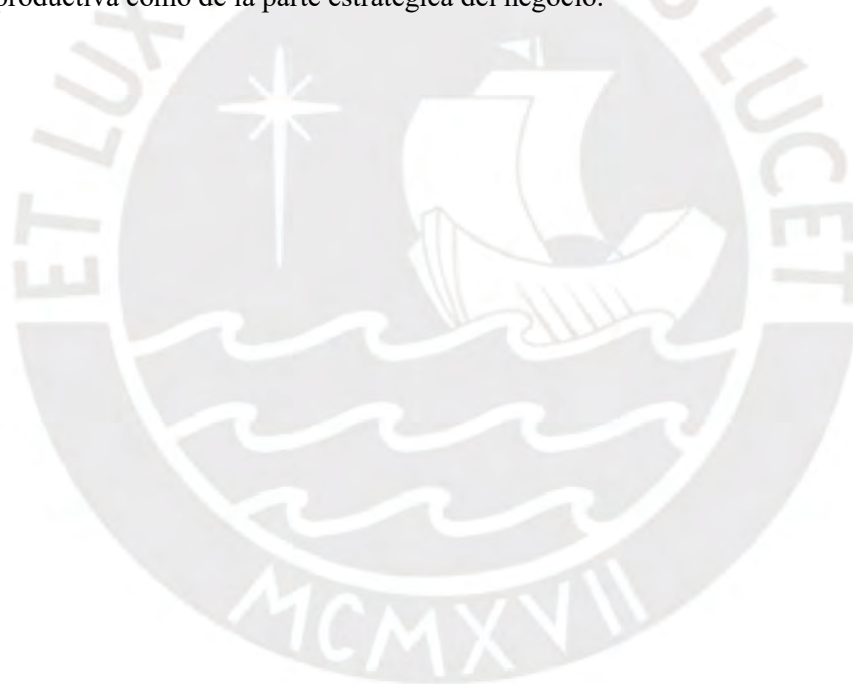
Si bien en la empresa se habla de un proceso de mejora continua, este no existe realmente, puesto que siguen presentándose problemas de gran magnitud respecto al personal y la gestión de información. Por ello, a continuación, se presentan cuatro propuestas de mejora para realizarse en una primera etapa de implementación.

En primer lugar, la empresa debería orientar esfuerzos en un enfoque más estratégico para incrementar los márgenes de la empresa. Si bien HGP se centró en mantener una reducida base de clientes para mantener a flote las operaciones durante el periodo de pandemia, la reactivación económica presenta nuevas oportunidades que la empresa podría aprovechar para expandirse y posicionarse de mejor manera en el mercado. Para ello serán requeridos esfuerzos de la parte comercial y la alta gerencia con el fin de alinear objetivos de crecimiento.

En segundo lugar, se recomienda realizar capacitaciones de manera constante a cada uno de los trabajadores de la empresa. Tanto capacitaciones técnicas como fundamentales en el tema de creación y entrega de valor por parte de cada área dentro de la empresa. De esta forma se podrá no solo disminuir el margen de error tanto en la producción como en el registro de mermas, sino que cada trabajador podrá relacionar las oportunidades de mejora a determinadas áreas.

En tercer lugar, se debe tener en consideración un programa de desarrollo y crecimiento profesional para los colaboradores. El alto índice de rotación es causado actualmente por la falta de promoción en líneas de carrera que involucran sueldo y responsabilidades, y falta de visibilidad de oportunidades en cuanto a especializaciones o mejores puestos laborales.

Por último, debido a la importancia de la cantidad y calidad de información que maneja HGP, se recomienda designar personal especializado en recopilación, análisis y verificación de datos que pueda retroalimentar las áreas de manera constante basándose en información real tanto de la parte productiva como de la parte estratégica del negocio.



REFERENCIAS

- Anfevi. (2016). "Historia del vidrio". Recuperado de <http://www.anfevi.com/el-envase-de-vidrio/historia/#:%7E:text=A%20principios%20de%201900%20se,que%20contaba%20con%204%20secciones>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. & Noriega, M. (2010) "*Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*". Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Boslaugh, S. (2019). Six Sigma. Salem Press Encyclopedia.
- Cantón, I. (2010) "Introducción a los Procesos de Calidad". *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*.
- Carrero, J., N. Chávez & N. Danieli (2020). "Variables que limitan el crecimiento de Pizza Party y Jurassic Pan, pequeños restaurantes en Lima Metropolitana". Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Gestión y Alta Dirección.
- Castro, E. (2010). "El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas". Escuela Ciencias de la Administración. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.
- Cauas, D. (2015). "Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación". Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia, 2, 1-11.
- Cerantola, N. (2016). "El envase como elemento de marketing". Recuperado de <https://www.ecoembes.com/es/empresas/actualidad/eventos/formacion-el-envase-como-elemento-de-marketing>
- Connaughton, S. A. (2021). *Lean Manufacturing*. Salem Press Encyclopedia.
- Corrales, S. (2010) "La industria del vidrio en el noreste de México". Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- García, J., Montalvo, F. & Avelar, L. (2020) The importance of access to information and knowledge coordination on quality and economic benefits obtained from Six Sigma. *Wireless Netw* 26, 5713–5726. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11276-019-02180-7>
- García, T., García, L., González, R. et al. (2016). "*Revisión metodológica de la triangulación como estrategia de investigación*". CIAIQ2016 Volumen 3, Universidad Internacional Isabel I & Universidad de Extremadura, España. Recuperado de <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/1009/985>

- Heinz Glas - Industria de vidrio, perfumería y cosmética. (2020). Heinz-Glas. Recuperado de <https://heinz-glas.com/es/>
- Hernández R., Fernandez, C. & Baptista, P. (2014) “*Metodología de la Investigación*” 6ta Edición McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Juárez, C. (2016). “Panorama de los envases de vidrio”. The Food Tech. Recuperado de <https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/panorama-de-los-envases-de-vidrio/>
- Kanyinda, K., Lazarus J. & Olanrewaju, O., "Influence of Six Sigma DMAIC to Reduce Time Wasting of Line Supervisor in Production Manufacturing," 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2020, 1296-1300, doi: 10.1109/IEEM45057.2020.9309853.
- López-de-Ullibarri, I., & Pita, S. (1999). Medidas de concordancia: *El índice Kappa*.
- Mego, C., Roque, M., Carvallo, E., Salas, R. & Cardenas, L. (2020). "Combined Model of Lean Six Sigma and Work Method for a Peruvian Ammunition Manufacturing," Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI), 2020, pp. 1-4, Recuperado de doi: 10.1109/CONIITI51147.2020.9240372.
- Meléndez, R., Melo, C., Ruiz, W., & Echenique, J. (2017). Diagnóstico operativo de la Empresa Cervecera del Perú. Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Nuño, P. (2017). “Diagrama de ishikawa”. Biblioteca UDG Virtual México.
- Olivera, L. & Ghurra, O. (2020). “El camino hacia una nueva normalidad”. 74-79. *Revista Moneda*, Banco Central de Reserva del Perú.
- RAFESA (2018). “El vidrio como tendencia en envases para cosmética”. Recuperado de <https://rafesa.com/el-vidrio-como-tendencia-en-envases-para-cosmetica/#:%7E:text=El%20vidrio%20permite%20conservar%20el,de%20luz%20en%20el%20producto.>
- Rockart, J. F. (1979). *Chief executives define their own data needs*. Harvard Business Review, 57(2), 81–93.
- Rusu, C. 2011 Metodología de la Investigación. Recuperado de http://zeus.inf.ucv.cl/~rsoto/cursos/DII711/Programa_DII711.pdf
- Sheps, I., & L’Espérance, P. (2018). *A Standard’s Evolution: How ISO 9004:2018 came to be*. *Quality Progress*, 51(8), 51–56.

- Stankalla, R., Koval, O., & Chromjakova, F. (2018). A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises. *Quality Engineering*, 30(3), 453–468. Recuperado de <https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1080/08982112.2018.1448933>
- Vega, J., Vásquez, J & Aurazo, M. (2020). “Pagos electrónicos en el Perú: Un análisis a partir del microscopio global” 19-23. Banco Central de Reserva del Perú.
- Yin, R. (2014). “Case Study Research Design and Methods” (5th ed.). Thousand Oaks. Canadian Journal of Program Evaluation.



ANEXOS

ANEXO A: Guía de Entrevista de la Fase de Medición para los Operadores Clave

Guía de entrevista

Objetivo: Obtener información sobre los 3 principales problemas detectados en la producción Flint de vidrio: Base agrietada, Base Torcida y Cuello agrietado.

A. PREGUNTAS DE APERTURA

1. ¿Podrías hacer una breve presentación tuya?
2. ¿Cuánto tiempo llevan trabajando en Heinz Glass?
3. ¿Cuál es el grado de estudio obtenido?
4. ¿Cómo ha sido la trayectoria profesional en la empresa?
5. ¿Cuántos jefes ha tenido a lo largo de toda su trayectoria en la empresa? ¿Siguen presentes en la empresa?
6. ¿Cómo manejan el trabajo en equipo en caso de tener personas a su cargo?
7. ¿Cuál es el impacto que tienen sus decisiones, por cargo, sobre el producto final?
8. ¿Cuál es su percepción de calidad dentro de los productos que fabrica Heinz?

B. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

1. ¿Qué retos suelen presentarse a lo largo de su día de trabajo?
2. ¿De qué manera se presentan? (Son recurrentes, accidentales, etc)
3. ¿De qué manera son manejados?
4. ¿En qué momento consideran necesaria la ayuda de otra área para resolver un problema?
5. ¿De qué manera impactan estos problemas en las líneas de producción o en el producto final?
6. ¿Existen protocolos formales establecidos para cada uno de estos problemas?
¿Cuáles son?
7. Respecto a las líneas de producción ¿Qué prioridad tiene cada línea? ¿Por qué?
8. ¿Cuáles son los errores más comunes que perciben en los productos?
9. En base a un análisis de datos, se determinó que los errores más comunes son los siguientes: Base agrietada, molde sucio y (Marca de molde/raya/pliegue) ¿Cuáles pueden ser las causas de cada uno de ellos?

C. PREGUNTAS DE CIERRE

1. ¿Cómo se podrían prevenir los errores-defectos más comunes anteriormente mencionados?
2. ¿Cuál es el área que consideran que deberían ser responsables de mejorar el ratio de errores anteriormente mencionados?
3. ¿Qué áreas consideran que deberían estar involucradas en la mejora de producción de vidrio?



ANEXO B: Guía de Entrevista de la Fase de Análisis para los Expertos

GUÍA DE ENTREVISTA

Objetivo: Consolidar la información recopilada a base de los análisis cuantitativos y las entrevistas anteriores.

A. PREGUNTAS DE APERTURA

1. ¿Podrías hacer una breve presentación tuya?
2. ¿Cuánto tiempo llevan trabajando en Heinz Glass?
3. ¿Cuál es el grado de estudio obtenido?
4. ¿Cómo ha sido la trayectoria profesional en la empresa?
5. ¿Cuál es su percepción de calidad dentro de los productos que fabrica Heinz?
Escala del 1 al 10.

B. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

1. ¿Cuáles son los 3 errores más comunes que perciben en los productos actualmente?
2. En base a un análisis de datos, se determinó que los errores más comunes son los siguientes: Base agrietada, molde sucio y (Marca de molde/raya/pliegue) ¿Cuáles pueden ser las causas de cada uno de ellos?

De acuerdo con entrevistas previas que se realizaron a supervisores de áreas de flint y calidad, y análisis de información histórica hemos conseguido una serie de insights en cuanto al proceso de producción. Por esta razón nos gustaría saber su opinión en cuanto a algunos de ellos.

3. Los trabajadores opinan que la mayoría de problemas surgen desde el área de formación, la cual está relacionada con moldes ¿En qué medida es tal afirmación acertada?
4. Dentro de los errores mencionados anteriormente por el Pareto se identificó que por evitar las grietas se incrementa la lubricación, por lo cual se incrementa el defecto relacionado al molde sucio. ¿Qué opinas de este enunciado?
5. Además, las grietas y las arrugas están vinculadas a los choques térmicos y a los deslizamientos al momento de mover las unidades. ¿Cual es la opinión sobre esto?
6. En base al análisis de jueces que se realizó sobre los visuales, se determinó que los visuales consideran 15% más de error del promedio general ¿Que implicaría este descubrimiento?

ANEXO C: Base de Datos Moldes y Lotes 2019

Tabla C1: Base de Datos Moldes y Lotes 2019

Máquina	BPM	Bloqueado	USD Bloq	Tons Bloqueado	Peso Referencias	% Bloqueados
W203	102	253,302	58,542	37,623	149	10.55%
	119	243,360	69,543	26,938	111	10.14%
	126	207,760	62,744	20,686	100	8.65%
	85	122,400	26,365	20,661	169	5.10%
	140	112,200	15,622	9,940	89	4.67%
	126	106,920	25,473	10,789	101	4.45%
	146	101,640	7,291	6,403	63	4.23%
	89	90,720	34,201	14,720	162	3.78%
	112	90,300	40,635	10,156	112	3.76%
	184	73,920	16,558	2,724	37	3.08%
Total W203	123	2,401,173	597,629	271,348	109	
W204	112	161,700	25,652	6,071	38	18.28%
	84	118,692	41,007	10,021	84	13.42%
	36	106,750	62,129	28,200	264	12.07%
	57	52,800	11,093	4,176	79	5.97%
	73	50,960	15,390	5,045	99	5.76%
	113	42,120	9,312	2,317	55	4.76%
	40	39,600	22,176	7,702	195	4.48%
	44	36,960	14,784	6,653	180	4.18%
	61	36,600	10,504	2,635	72	4.14%
	66	28,800	7,374	3,461	120	3.26%
Total W204	69	884,432	282,979	103,436	119	
W205	48	212,500	99,489	31,080	146	20.14%
	65	60,816	18,457	7,409	122	5.76%
	61	60,120	23,413	7,135	119	5.70%
	44	58,560	50,654	13,450	230	5.55%
	44	57,456	44,066	14,804	258	5.45%
	57	57,200	23,395	9,266	162	5.42%
	45	56,160	15,893	12,748	227	5.32%
	62	42,900	20,807	5,405	126	4.07%
	54	42,000	13,440	6,930	165	3.98%
	62	38,880	22,162	4,666	120	3.68%
Total W205	54	1,055,092	494,331	179,066	167	
W206	66	166,400	43,930	19,686	118	21.16%
	117	145,024	55,834	6,671	46	18.44%
	121	135,016	40,775	13,375	99	17.17%
	74	46,440	9,799	3,159	68	5.90%
	100	35,200	5,822	2,640	75	4.48%
	42	35,000	20,370	9,023	258	4.45%
	60	28,800	10,347	5,098	177	3.66%
	52	25,000	9,200	4,100	164	3.18%
	46	21,600	10,951	4,968	230	2.75%
	56	20,160	7,364	3,810	189	2.56%
Total W206	73	786,566	267,233	90,010	142	

ANEXO D: Base de datos Moldes y Lotes 2020

Tabla D1: Base de Datos Moldes y Lotes 2020

Máquina	BPM	Bloqueado	USD Bloq	Tons Bloqueado	Peso Referencias	% Bloqueados
W203	106	161,700	42,204	19,681	122	27.61%
	132	50,400	11,390	4,486	89	8.61%
	150	41,472	4,852	2,903	70	7.08%
	82	39,360	14,012	6,061	154	6.72%
	97	38,500	9,818	5,159	134	6.57%
	90	29,040	9,999	5,269	181	4.96%
	84	28,800	8,125	4,794	166	4.92%
	119	28,000	16,397	3,136	112	4.78%
	118	22,050	7,299	2,421	110	3.76%
113	19,440	7,582	2,236	115	3.32%	
Total W203	109	585,662	165,160	70,039	125	
W204	82	84,000	23,856	11,340	135	19.59%
	100	72,800	30,576	6,838	94	16.98%
	102	64,800	17,646	4,406	68	15.11%
	47	28,000	11,452	4,508	161	6.53%
	40	23,200	10,324	3,828	165	5.41%
	60	21,120	4,404	1,668	79	4.93%
	42	14,850	4,794	2,620	176	3.46%
	49	13,500	6,039	1,712	127	3.15%
	55	13,000	4,992	1,703	131	3.03%
49	11,880	3,938	1,592	134	2.77%	
Total W204	63	428,760	145,867	50,610	127	
W205	58	158,400	64,944	22,266	141	30.55%
	44	110,000	52,533	20,882	190	21.22%
	53	43,200	16,032	7,949	184	8.33%
	47	36,720	31,763	8,629	235	7.08%
	50	26,730	14,137	5,159	193	5.16%
	49	22,680	8,883	4,259	188	4.37%
	60	15,120	5,700	2,465	163	2.92%
	42	13,650	8,176	2,703	198	2.63%
	58	12,600	7,030	1,978	157	2.43%
52	9,600	3,331	1,555	162	1.85%	
Total W205	51	518,422	253,520	91,501	181	

ANEXO E: Base de Datos Moldes y Lotes 2021

Tabla E1: Base de Datos Moldes y Lotes 2021

Máquina	BPM	Bloqueado	USD Bloq	Tons Bloqueado	Peso Referencias	% Bloqueados
W203	92	180,600	44,995	21,857	121	15.84%
	93	131,800	46,921	20,220	153	11.56%
	113	99,840	20,068	11,270	113	8.76%
	87	66,264	22,066	10,787	163	5.81%
	93	61,600	14,045	9,724	158	5.40%
	78	53,760	17,042	8,172	152	4.71%
	114	51,840	20,218	5,968	115	4.55%
	93	48,680	14,604	7,886	162	4.27%
	142	42,768	11,646	2,951	69	3.75%
112	41,580	16,715	5,073	122	3.65%	
Total W203	102	1,140,336	324,864	148,888	133	
W204	110	90,300	22,846	6,502	72	19.17%
	80	64,400	16,800	7,277	113	13.67%
	112	44,800	9,184	3,091	69	9.51%
	114	36,960	7,725	2,920	79	7.85%
	76	28,800	7,506	3,427	119	6.11%
	44	22,680	8,936	4,241	187	4.81%
	37	20,160	10,080	4,899	243	4.28%
	42	19,800	9,761	3,267	165	4.20%
	50	16,800	5,074	1,641	98	3.57%
46	15,750	6,883	2,063	131	3.34%	
Total W204	71	471,030	145,387	54,939	128	
W205	44	84,000	72,660	20,001	238	16.19%
	56	77,900	37,314	11,358	146	15.01%
	43	50,400	11,340	5,443	108	9.71%
	30	46,080	37,768	16,901	367	8.88%
	42	45,591	27,120	9,112	200	8.79%
	62	36,000	7,326	3,888	108	6.94%
	44	30,240	12,919	5,698	188	5.83%
	42	25,200	14,470	4,838	192	4.86%
	53	22,680	8,898	4,264	188	4.37%
41	21,840	12,427	4,352	199	4.21%	
Total W205	46	518,928	287,303	103,138	193	
W206	45	57,400	29,274	15,096	263	69.53%
	120	21,000	5,481	2,583	123	25.44%
	60	4,160	907	487	117	5.04%
Total W206	75	82,560	35,662	18,166	168	

ANEXO F: Base de Datos Defectos 2019 – 2021

Tabla F1: Base de Datos Defectos 2019 – 2021

Año	Defectos Principales	Nº Pallet Bloq.	Unds Totales Bloq.	Costo Total USD
2019	Burbujas abiertas > 0.4 mm	994	3,605,528	922,866
	Cuello agrietado	610	2,202,732	646,203
	Marca de molde/raya/pliegue	566	2,175,166	571,207
	Base torcida	292	1,211,834	312,545
	Contaminación exterior removible > 1mm	289	1,140,068	301,565
	Boca desportillada -> fuga	243	931,624	254,368
	Burbujas	237	979,490	254,738
	Base agrietada	232	922,528	248,546
	Boca agrietada -> fuga	223	731,484	206,992
	Profundidad interior no encaja con calibres	204	858,210	192,271
	Arrugas	168	708,130	187,407
	Superficie ondulada / no lisa	159	588,210	160,816
	Grosor de pared demasiado delgado	146	732,230	194,532
	Marca de molde/raya/pliegue > 5mm	132	476,762	130,534
	Cuerpo reventado / agrietado	124	516,930	141,892
	Ala - Peligro de sufrir lesiones	103	488,950	111,138
	Molde desportillado	101	370,196	103,598
	Burbuja > 0.4 mm	98	311,390	88,956
	Costuras gruesas	94	339,660	96,892
	Molde sucio	92	366,740	107,162
Total de Defectos 2019		6,185	24,088,900	6,433,573
2020	Burbuja > 1 mm	387	1,721,840	594,189
	Base agrietada	321	1,243,106	328,759
	Burbujas abiertas > 0.4 mm	314	1,359,810	403,695
	Superficie ondulada / no lisa	260	1,016,940	262,552
	Marca de molde/raya/pliegue	225	800,136	248,657
	Boca desportillada -> fuga	206	715,560	186,019
	Cuello agrietado	169	594,090	170,486
	Boca deformada -> fuga	99	397,440	92,183
	Cuerpo reventado / agrietado	96	419,580	96,694
	Ala - Peligro de sufrir lesiones	94	343,220	78,061
	Hombro desportillado / agrietado	89	328,570	107,269
	Arrugas	74	251,850	88,130
	Molde desportillado	67	255,070	63,602
	Base torcida	51	165,710	41,964
	Molde sucio	48	171,840	58,179
	Residuos cristalinos enganchados / atrapados	47	185,920	45,199
	Boca agrietada -> fuga	47	167,750	49,867
	Contaminación exterior removible > 1mm	45	138,640	46,319
	Cuerda de pájaro	43	142,860	36,283
	Total 2020		3,025	11,674,392

2021	Base agrietada	286	980,120	299,709
	Molde sucio	257	875,220	224,122
	Arrugas	192	546,640	201,334
	Cuello agrietado	192	688,080	193,306
	Marca de molde/raya/pliegue	177	595,310	205,169
	Base torcida	176	608,764	150,200
	Rosca agrietada	146	691,760	120,069
	Boca desportillada -> fuga	112	424,230	106,119
	Contaminación en la base removible	110	452,640	104,990
	Superficie ondulada / no lisa	105	294,490	118,221
Total de Defectos 2021		2,917	10,205,616	2,848,122

