

## Plan de control, optimización y mejora del departamento de calidad en la empresa.

José de Jesús Gómez Escoto<sup>1</sup>, Mtro. Juan Jesús Carrillo Delgadillo<sup>2</sup> y Dra. Angélica Gutiérrez Limón<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alumno del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo

<sup>2,3</sup> Docentes del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo

juan.carrillo@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, Ing\_jdj\_gomez@hotmail.com,  
 angelica.limon@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

**Resumen - El diseño e implementación de un plan de trabajo para un laboratorio de mediciones y validación de calidad para evitar gran cantidad de reclamos de los clientes por lo que afecta el departamento de calidad y a las demás áreas de la empresa.**

**El sistema a las personas involucrarán y los aspectos de funcionamiento del departamento de producción en el área de calidad.**

**Sin embargo, el laboratorio de calidad se enfocará al departamento de producción en el área de calidad, dirigido a mantener los estándares y parámetros de calidad para cumplir las expectativas de los clientes.**

**Identificar las fallas potenciales, mejorar funcionamiento del laboratorio, detectar del producto que no cumple las especificaciones establecidas, reducir los tiempos en el proceso de arranque de la máquina y mejorar la distribución de tareas y actividades para el personal del área de calidad de la empresa.**

**Se hace énfasis en las partes modificadas del proceso, donde se especifica cada una de las actividades y tareas que han sido cambiadas para la optimización de los diferentes procesos. Asimismo, se acentúa la documentación requerida dentro del mismo, como el diseño, layout, reglamento, plan control, análisis de modo efecto y falla, check list, plan de acción, organigrama, descripción de puesto, modificaciones en el sistema.**

**Establecer el control en la calidad y aumentar el producto dentro de los parámetros establecidos por el cliente y mantener el prestigio de la empresa.**

**Al agilizar la distribución correcta del proceso se previene alguna posible falla en la maquinaria.**

**Índice de Términos – Área de calidad, Control de calidad, laboratorio de control de calidad, Validación de calidad.**

### I. INTRODUCCION

El plan de control consiste en el diseño e implemento de la mejora del proceso que incluye el departamento de calidad, con el objetivo de revisar la producción de inyección de plásticos. El plan de trabajo para instalar un laboratorio de mediciones en el área de calidad, para asegurar los estándares de calidad, eliminando las problemáticas que se han presentado a lo largo del tiempo en la empresa, por falta de establecido un sistema de calidad.

El laboratorio beneficiará los procesos internos de la empresa y ayudará a mejorar el control de las actividades que se realizan, tales como arranques, monitoreo constante de los procesos, producción e inyección de piezas y validación anual de las piezas fabricadas.

Mediante un trabajo colaborativo, los ingenieros de calidad de la empresa llegaron a un consenso en el que la mejor solución para disminuir la cantidad de tiempo invertidos en el proceso de arranque de primeras piezas es el diseño de un laboratorio de mediciones y de esa manera distribuir el arranque entre inspector de calidad, setter y personal de laboratorio.

## A. Metodología

La primera etapa para asegurar el control de la calidad, fué el diseño del laboratorio de mediciones ASL. En este caso, para poder realizar el diseño del laboratorio primeramente se identificaron todos los puntos involucrados en el flujo de producción, después de esto se consideraron los factores limitantes en general, tales como espacio, presupuesto y procesos.

Una vez identificados los puntos anteriores se realizó el análisis general de las actividades involucradas para poder asignarlas y dividir las. Posteriormente se realizaron prototipos en proceso de producción para pruebas piloto en las diferentes áreas de la empresa para comprobar la funcionalidad y analizar resultados una vez que se implementara el sistema de calidad, y de esa manera encontrar cuellos de botella y posibles riesgos que fueran causa de errores, para esto se modificó el plan control, análisis en el modo de efecto y falla, considerando como guía el diagrama de flujo que se muestra en la Fig. 1.

Dentro del diseño del sistema de calidad se consideraron las siguientes herramientas de apoyo:

- Documentación necesaria para su funcionalidad
- Plan de trabajo
- Actividades a realizar
- Perfiles de puesto
- Numero de operadores
- Organigrama
- Programas digitales necesarios
- Flujo operacional
- Herramental necesario
- Control de personal
- Normas o leyes que lo rigen
- Layout
- MUDA
- Kaizen
- 5'S
- Reglamento
- Diagrama de precedencia que funcionara como POKA YOKE
- Análisis FODA.

## II. ANTECEDENTES DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN

El proceso de inyección suele ser muy complicado si no se tiene un control de los procesos, ya que cualquier partícula, mancha o fisura en el molde, perjudica la apariencia de la pieza por lo que debe de haber una constante inspección del producto, para asegurarnos que la pieza cumple con los estándares impuestos por el cliente.

Las piezas obtenidas de la inyección del polímero, dentro de la organización conocida como resina, tienen diferentes parámetros que se deben de seguir para que el producto este dentro de lo establecido.

Primer. La materia prima tiene que estar a cierta temperatura, ya que si no es así la pieza comienza a salir con defectos.

Segundo. Los parámetros de las máquinas, si la maquina no tiene la programación correcta, la pieza se deforma por lo que ya no es aceptable por el cliente.

Tercero. El arranque actualmente realizado por el inspector de calidad, donde realiza medición, inspección visual y pesaje de la pieza, este proceso es muy tardado para el inspector, invierte la mayoría del tiempo de su turno realizando esta actividad. El inspector también debe de realizar monitoreos continuos de los procesos y liberación de piezas para ser ingresados al almacén de producto terminado.

Por otra parte, el departamento de calidad se ha visto envuelto en reclamos constantes por el cliente, ya que se han estado enviando piezas con diferentes defectos no aceptados por los interesados, estos reclamos vienen con una multa económica incluida, por lo que genera mermas para la empresa.

Una vez realizado el análisis de los procesos se validó que ninguno de los procesos era realizado como se estipula en los documentos:

- Arranque de primeras piezas.
- Monitoreo continuo de los procesos.

Estos procesos no son realizados de manera correcta por la falta de tiempo, los inspectores tuvieron que dejar de realizar algunos puntos importantes de las listas de cotejo (check list) de arranque para poder liberar las piezas y se ingresen al almacén de producto terminado.

Se dejaron totalmente de lado los monitoreos por lo que se volvió una tarea difícil la inspección constante de las piezas y los defectos son encontrados por el cliente, porque las paso por alto el inspector de calidad.

El departamento de calidad es el responsable de dar la cara a los clientes y evitar que las piezas lleguen a la empresa compradora sin defectos.

Un análisis robusto para erradicar las fallas, posteriormente se envía este análisis al comprador para comprobar que no se volverá a presentar, genera compromisos con la mejora continua y reduce los problemas que se presentan día a día

### III. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El laboratorio de mediciones se diseña meramente para implementar un plan de trabajo que nos permita generar un plan de control y optimización en los diferentes procesos de calidad, procesos tales como Arranques de primeras piezas, Monitoreo continuo de los procesos y la inspección final del producto.

Este diseño comienza por el análisis de los procesos donde encontramos un punto de oportunidad desde el comienzo del procedimiento (el arranque).

El arranque es el momento inicial de una máquina de inyección para poder comenzar con la producción y el empaque del producto, dentro de este primer paso se realizan las siguientes actividades donde se incluyen el departamento de procesos, de producción y el de calidad:

- Actividad 1: Se recibe la materia prima (resina) verificando que sea la correspondiente según el número de parte y descripción del producto.
- Actividad 2: Se realiza el secado de la materia prima (resina) donde este proceso dura aproximadamente dos horas.
- Actividad 3: Se ingresan los parámetros de la máquina donde se toman en cuenta la temperatura de la tolva, el funcionamiento correcto del deshumificador, temperatura de molde, revoluciones por minuto, presión, tiempo de ciclo, enfriamiento y programación de robot extractor de piezas.
- Actividad 4: Una vez ingresados los parámetros del proceso se comienza con las primeras inyecciones de prueba.
- Actividad 5: Se realizan las inyecciones de prueba y entra calidad a realizar el “Arranque de primeras piezas”.
- Actividad 6: Calidad verifica la apariencia de la pieza, realiza las mediciones correspondientes a la pieza, hace pruebas funcionales, si la pieza cumple con los parámetros impuestos por el cliente se libera el proceso.
- Actividad 7: Una vez realizada la Actividad 6 y liberado el proceso, se coloca la etiqueta de liberación por parte de calidad a la pieza, donde es llevada a la mesa de trabajo colocándola en un lugar visible y así el proceso es entregado al departamento de producción.

Cabe mencionar que este proceso explicado es por máquina, donde normalmente en el área denominada como ASL-4 trabajan un promedio de once máquinas por día, en ASL-1 trabajan un promedio de cuatro máquinas, en ASL-2 y 3 están activas alrededor de seis máquinas y en ASL-5 trabajan en promedio ocho máquinas, si

hacemos las sumas de los promedios de máquinas trabajadas por día, obtenemos un total de 29 máquinas activas en toda la empresa, entonces, en el diseño del laboratorio se necesita realizar un plan de trabajo donde cubran los arranques de las 29 máquinas.

Una vez liberado el proceso de “Arranque de primeras piezas” comienza la producción y el empaque del producto, donde comienza la corrida de la máquina de inyección, dentro de este proceso se realizan monitoreos constantes por parte del departamento de calidad para encontrar posibles fallas dentro de la apariencia estética y dimensional de la pieza, o también verificar que los operadores estén realizando una correcta verificación del producto y un correcto empaque. Una vez liberado el material de producción, después de la inspección final, llega al almacén de producto terminado a la espera de ser enviado con el cliente.

Todos los procesos dentro de la empresa son controlados por pieza donde existe una lista maestra con la descripción y documentación de cada número de parte. Dentro de esta documentación se incluyen las siguientes características para su control:

Ruta de autocontrol determinado por la empresa: Documento donde describe detalladamente la inspección de la pieza.

Norma de apariencia: Documento donde describe los puntos clave de la pieza, donde son identificados como zona roja (el punto de la pieza donde no se permiten defectos), zona verde (parte de la pieza donde se permiten ciertos defectos descritos en el documento) y zona blanca (donde son más tolerantes los defectos).

Plan de control: Documento donde vienen descritos como controlar todos los procesos del diagrama de flujo, tales como medición, inspección visual, nombres de documentos donde se registran los datos, entre otros. [8]

Análisis de Modo y Efecto de Falla: Este documento es muy similar al Plan control, el único cambio que tiene es que, dentro de este se describe como controlar las posibles fallas presentadas a lo largo de los procesos. [10]

Ayudas Visuales: En este archivo vienen descritas las diferentes ayudas visuales sobre cómo medir, retrabajar, inspeccionar y/o empaquetar la pieza.

Diagrama de flujo: Este documento nos describe la sucesión de los procesos de la empresa divididos en operaciones. [13]

### A. *Análisis de Modo y Efecto de Falla*

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Una de las ventajas potenciales del AMEF, es que esta herramienta es un documento dinámico, en el cual se puede recopilar y clasificar mucha información acerca de los productos, procesos y el sistema en general.

La información es un capital invaluable de las organizaciones. Existen diferentes tipos de AMEF para diferentes objetivos específicos:

**Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

**Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

**Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.

**Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera, que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

Diseño de nuevos productos y/o servicios, diseño de procesos, programas de mantenimiento preventivo, etapas de documentación de procesos y productos, etapas de recopilación de información como recurso de formación o por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del Lean Manufacturing. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas. [10]

### B. *Plan control.*

Un plan de control es un documento que describe las características críticas para la calidad, las X o Y críticas, de la parte o proceso. A través de este sistema de monitoreo y control, se cumplirán los requisitos del cliente y se reducirá la variación del producto o proceso. Sin embargo, el plan de control no debe reemplazar las instrucciones detalladas del operador en forma de instrucciones de trabajo o procedimientos operativos estándar.

### C. *Cada parte o proceso debe tener un plan de control.*

Para el sector automotriz, ISO / TS 16949: 2002 y APQP (2000) de planificación avanzada de la calidad del producto. Existen tres fases del plan de control:

- Prototipo
- Pre lanzamiento
- Producción

Se utiliza un plan de control prototipo en las primeras etapas de desarrollo, cuando la parte o proceso se está definiendo o configurando. Este plan de control enumerará los controles para las medidas dimensionales necesarias, los tipos de materiales y las pruebas de rendimiento requeridas.

Se utiliza un plan de control previo al lanzamiento después de que se completa la fase del prototipo y antes de que se apruebe la producción completa se enumera los controles para las medidas dimensionales necesarias, los tipos de materiales y las pruebas de rendimiento.

Este plan tendrá inspecciones más frecuentes, más puntos de control final y en proceso, cierta recopilación y análisis de datos estadísticos y más auditorías. Esta etapa se suspenderá una vez que la parte o proceso previo al lanzamiento haya sido validado y aprobado para la producción. Se utiliza un plan de control de producción para la producción completa de una pieza. Contiene todos los elementos de línea para una parte del plan de control completo o características del producto, controles de proceso, pruebas, análisis del sistema de medición y planes de reacción. [8]

La fase de control es la C olvidada en DMAIC. La fase de control del proyecto es necesaria para mantener las ganancias del proyecto. El plan de control debe ser un documento vivo para que siga siendo un mecanismo efectivo para monitorear y controlar el proceso. Se debe colocar una persona responsable a cargo del plan de control. Esto asegura un monitoreo y actualización exitosos. Un cinturón negro puede o no ser una persona adecuada para el papel, ya que él / ella puede ser reemplazado o transferido a una posición diferente. Una mejor selección sería el propietario del proceso. El Plan

de Control es una de las herramientas más utilizadas en piso y es una forma estructurada de seguir una secuencia lógica de inspecciones. Nos exige a revisar todas las características del producto y del proceso, cantidad de muestra y la frecuencia, quien es el responsable, y lo más importante que registro se debe de llenar y su plan de reacción, nos ayuda a distinguir cuales son las características “especiales”, las que afectan el ensamble, y las de apariencia menor. [9].

#### IV. DISEÑO DEL LABORATORIO DE MEDICIONES ASL

Para poder realizar el diseño del laboratorio primeramente se identifican todos los puntos involucrados en el flujo, después de esto se consideran los límites en general, tales como espacio, presupuesto y procesos.

Una vez identificados los puntos anteriores se realiza el análisis general de las actividades involucradas para poder asignarlas y dividir las. Posteriormente se comienzan a realizar prototipos de trabajo para pruebas piloto en cualquier área de la empresa para comprobar su funcionalidad y analizar resultados para encontrar cuellos de botella y posibles riesgos de error, para esto se modifica el plan control, análisis de modo y efecto de falla, y el diagrama de flujo. Para poder realizar el diseño del laboratorio primeramente se identifican todos los puntos involucrados en el flujo, después de esto se consideran los límites en general, tales como espacio, presupuesto y procesos. Una vez identificados los puntos anteriores se realiza el análisis general de las actividades involucradas para poder asignarlas y dividir las.

Posteriormente se comienzan a realizar prototipos de trabajo para pruebas piloto en cualquier área de la empresa para comprobar su funcionalidad y analizar resultados para encontrar cuellos de botella y posibles riesgos de error, para esto se modifica el plan control, análisis de modo y efecto de falla, el diseño incluye las herramientas de calidad mencionadas en la metodología.

##### A. *Documentación necesaria para su funcionalidad*

Dentro del laboratorio se realizarán varios procesos que requieren de una cierta documentación para tener un mayor control de las actividades. Dichos documentos se requieren para darle continuidad a las piezas o para cualquier aclaración al momento que se presente una falla potencial:

Check List: Esto nos ayudará para verificar que las piezas cumplan con los estándares de calidad exigidos por el cliente. Estos documentos son tanto para laboratorio

como para inspector (ilustración 23 y 24).

Hojas de registro de mediciones: Dentro de este apartado se anotan los resultados de las mediciones con fixture y pesajes de la pieza. Esto funciona para tener un control de las mediciones verificando que estén dentro de los rangos estipulados por los clientes.

Hoja de propuesta de mejora continua: Se anexa esta hoja buscando una propuesta de los trabajadores para seguir optimizando los procesos de laboratorio.

Diagrama de flujo: Este documento es para ubicar el flujo de los procesos de la empresa y darnos cuenta de en qué operación entra el laboratorio, también nos ayuda a ver el alcance del mismo (ilustración 17).

Diagrama de precedencia: Con este documento se planea que se conozcan los procesos en los que está involucrado el laboratorio y cuales actividades se realizan antes y después de realizar las mediciones, este mismo funciona como un poka yoke (a prueba de errores) de los flujos (ilustración 25 y 26).

Certificación del personal de laboratorio: Este archivo lo utiliza la empresa para ver el nivel de capacitación que tiene cada persona dentro de la organización, el nivel más bajo es identificado con la letra “i”, le sigue el nivel dos identificado con la letra “l”, consecuente a este está el nivel “u” que es un nivel bueno de certificación y al final nos encontramos con la letra “o” que es el nivel más alto de este documento de atestación, este padrón es conocido como ILUO.

Perfil de puesto: Este, es para ser conocedores de lo que el personal de laboratorio es responsable, así como los conocimientos previos que debe de tener para poder cumplir con el perfil.

Plan de producción: Este es un documento muy importante ya que con él se logrará conocer los próximos números de parte con los que trabajará y así, poder preparar los fixture para la medición de las piezas.

#### V. PLAN DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DEL LABORATORIO

Operación 10: Se recibe la materia prima proveniente del proveedor, de esta operación se encarga el departamento de MP y de compras.

Operación 20: Se inspecciona la materia prima por parte del departamento de calidad, la persona responsable de esta actividad, desempeña el puesto de inspección recibo, se encarga de verificar que coincida el producto contra la hoja de venta y el etiquetado.

Operación 30: Se almacena la materia prima en el depósito de entrantes MP, esta actividad es desarrollada

por el almacén de MP y la dejan ubicada para su posterior ingreso a producción.

Operación 40: Se ingresa a secado la materia prima, el departamento de producción es el encargado de esta operación.

Operación 50: Se inyectan las primeras piezas y se ingresan 5 sets al laboratorio de mediciones, el responsable de esta actividad es el departamento de series, donde se ingresan los parámetros a máquina y posteriormente lleva sus piezas al laboratorio de mediciones y a calidad para que se le sea liberado el proceso.

Operación 60: Medición y validación de piezas para liberar el arranque, estas dos actividades son realizadas por los inspectores y el laboratorista, estos, pertenecientes al departamento de calidad. El laboratorista realiza la medición con fixture y pesaje de la pieza basándose en los parámetros de mediciones, los resultados de esta actividad deben de estar dentro de los rangos establecidos. La validación de las piezas es realizada por el inspector de manera coordinada con la comprobación del laboratorista, inspección visual en base a la documentación del producto y validación contra piezas master (piezas entregadas y autorizadas por el cliente para verificar los defectos máximos permitidos).

Operación 70: Arranque de primeras piezas liberadas, una vez validadas por el departamento de calidad el setter (programador de maquina) entrega la maquina al departamento de producción con las comprobaciones de que la pieza está dentro de todos los parámetros impuestos por el cliente y cumple con los estándares.

Operación 80: Producción, inyección y empaque, este paso del proceso le compete al departamento de producción, que se dedica totalmente al flujo completo de las piezas hasta entregarlas al almacén de PT.

Operación 90: El monitoreo continuo es realizado por el departamento de calidad para encontrar posibles defectos en las piezas producidas, este proceso tiene que ser muy minucioso para que sean detectadas las fallas dentro de la organización y no con el cliente.

Operación 100: El departamento de calidad es responsable de la inspección final, este proceso es el último paso del proceso de inyección donde se valida que la pieza este en correctas condiciones para poder enviarlas al cliente, en esta operación se deben de encontrar defectos que no hayan sido vistos en la fabricación o en los monitoreos, en caso de que las piezas estén en correctas condiciones se le pone el sello de liberación para que posteriormente producción se lo entregue al almacén de producto terminado.

Operación 110: Una vez pasadas todas las validaciones por parte de producción y calidad, el producto es ingresado al almacén de producto terminado a la espera de ser embarcado, el responsable de esta actividad es el departamento de ventas.

Operación 120: El producto es embarcado para ser enviado con el cliente, el responsable de esta actividad es el departamento de ventas.

A. Actividades a realizar

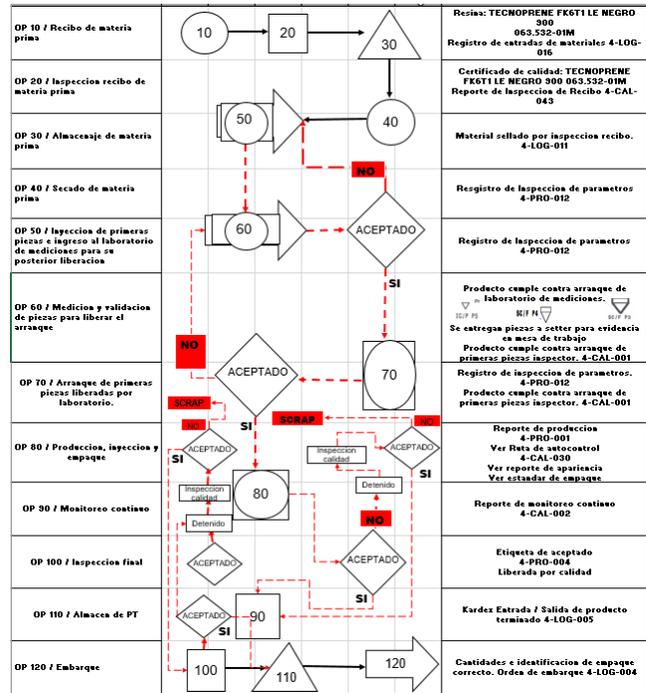


Fig. 1. Diagrama de flujo del diseño de laboratorio de mediciones

Las actividades a realizar se encuentran dentro del perfil de puesto, pero se optó por realizar una tabla que esté al alcance del ingeniero de calidad para validar el cumplimiento de actividades de cada responsable incluido en el flujograma del laboratorio.

No.	RESPONSABILIDADES
1	Verificar que las piezas sean medidas correctamente, cumpliendo con las cotas críticas y no tan críticas impuestas en el dibujo.
2	Realizar mediciones con fixture, vernier, torquímetro.
3	Cumplir con las mediciones anuales impuestas por el cliente.
4	Mantener informado todo el tiempo al ingeniero de calidad de lo acontecido en el área de mediciones.
5	Enviar información a la supervisoría de calidad para cualquier aclaración y/o duda.
6	Verificar que se cumpla el reglamento del laboratorio de mediciones.
7	Enviar las mediciones al analista de registros para su captura.
8	Enviar los reportes de medición y status de los arranques al gerente de calidad e ingenieros de calidad.
9	Archivar las check list de "Arranque de primeras piezas laboratorio".
10	Registrar entrada y salida de cualquier herramienta del laboratorio.
11	Registrar las personas que ingresan al laboratorio a realizar pruebas.
12	Verificar que se ponga en práctica la ética laboral.
13	Poner en práctica la ética laboral.

Fig. 2. Responsabilidades

## B. Organigrama

El organigrama se realizó en conjunto con el gerente e ingenieros del departamento de calidad para favorecer en el flujo a todos los procesos, por lo que se optó que el laboratorio estuviera en un punto más alto que los inspectores pero también en un puesto menor al del ingeniero de calidad, para que pueda tener la autoridad al momento para corregir cualquier desviación de medida y apoyar la toma de decisiones.

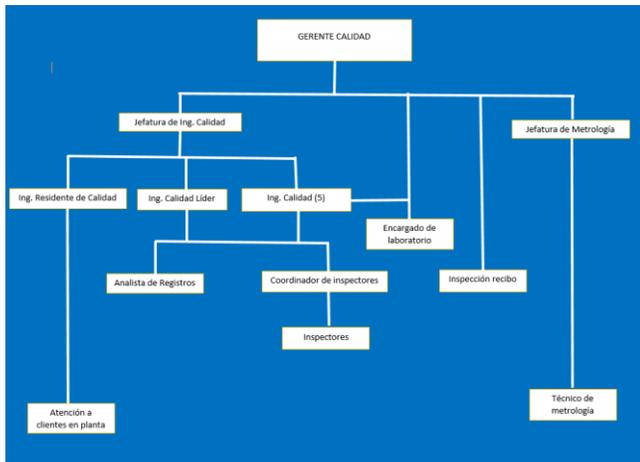


Fig. 3. Organigrama

Dentro de las pruebas realizadas con el diseño del laboratorio se logró obtener un control más efectivo de los procesos de la inyección de plásticos, ya que con el plan de trabajo se realizan mayor número de actividades que agregan valor a la fabricación de los productos de la empresa.

El departamento de calidad tiene total conocimiento de cómo sería el nuevo flujo al momento de que se implemente el plan de trabajo, aprovechando la capacitación del personal involucrado.

Se clasificaron mesas y anaqueles por área de trabajo.

### Resultados

## VI. RESULTADOS

En cuanto a las actividades para el inspector de calidad en el arranques de primeras piezas para evitar diferencias de procedimientos y seguir las normas en el Monitoreos de los procesos eliminando perdida de tiempo en el arranque. En la inspección revisar los cinco SETs por caja, con información de calidad completa por cada area, lo que reduce el tiempo de búsqueda en la base de datos y Evitar actividades irrelevantes y errores en la dimension y defectos de las piezas.

El crear una plantilla de calidad en Excel para la empresa donde nos arroja el porcentaje de piezas buenas contra el total de piezas producidas por maquina. Con un Macro Filtro para que la búsqueda de información sea más rápida

y fácil la consulta ingresando en una celda la máquina de la cual deseas saber su información, presionas el botón "BUSCAR" y automáticamente te arrojará toda la información de esa máquina. Una vez que ya obtuviste la información y deseas buscar otra máquina simplemente presionas la tecla "REINICIAR" y realizas nuevamente el mismo proceso.



Fig. 4. Grafico de calidad semanal

De esta forma se tomarán las decisiones correspondientes para asegurar la calidad de las piezas fabricadas con buenos resultados como se muestra en la Fig. 4.

## VII. CONCLUSIÓN

Se reducen los tiempos de los procesos de arranques ya que con el plan de trabajo se realizan mayor número de actividades que agregan valor a la fabricación de los productos de la empresa, agregándole mayor número de monitoreos al turno y por ende se tendrá más tiempo para realizar la búsqueda de defectos en las piezas, con el objetivo de asegurar la calidad y eliminar los defectos evitando así la inconformidad del cliente.

El departamento de calidad disminuye las multas económica y la carga de trabajo para el ingeniero de calidad.

Al ingresar el laboratorio de mediciones también se podrá ahorrar una gran cantidad de material, ya que se planea que sean encontrados las posibles fallas de las piezas tempranamente y así de esta manera se optimizan; materia prima, mano de obra y capital en un proceso al cumplir con los estándares establecidos por el cliente.

Se logró agilizar los archivos Excel para su mejor navegación y búsqueda de información para los ingenieros de calidad, así como una plantilla de calidad que le es de gran valor a todo el departamento de calidad y a la empresa para conocer los porcentajes de producción del día, mes o año.

## VIII. REFERENCES

- [1] L. Raygoza, «Scribd,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/248582902/Ejercicios-Balanceo-de-Lineas> . [Último acceso: 11 Septiembre 2021].
- [2] [En línea]. Available: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documento\\_s/lim/rojas\\_p\\_f/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documento_s/lim/rojas_p_f/capitulo2.pdf). [Último acceso: 20 Septiembre 2021].
- [3] ABIS, «ABIS,» 10 Abril 2018. [En línea]. Available: <http://www.abismoldengineering.com/info/injection-moulding-history-26446991.html> . [Último acceso: 20 Septiembre 2021].
- [4] P. Andersson, «Canales Sectoriales,» 26 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/108656-revolucion-del-moldeo-inyeccion-historia-primera-botella-carton-aseptica-del-mundo.html> . [Último acceso: 23 Septiembre 2021].
- [5] Tkno, «Tkno,» [En línea]. Available: <https://www.tkno.mx/historia-de-la-maquina-de-moldeo-por-inyeccion-de-plastico/> . [Último acceso: 23 Septiembre 2021].
- [6] P. Vargas, «Privarsa,» 17 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://www.privarsa.com.mx/la-inyeccion-plastico-una-historia-exito/> . [Último acceso: 21 Septiembre 2021].
- [7] A. R. A. Ortiz, «GeoGebra,» [En línea]. Available: <https://www.geogebra.org/m/haegdakj> . [Último acceso: 26 Septiembre 2021].
- [8] J. Rodriguez, «SPC,» 29 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://spcgroup.com.mx/porque-es-importante-el-plan-de-control/>. [Último acceso: 7 Octubre 2021].
- [9] A. A. R. Rubio, «Gestiopolis,» 1 Septiembre 2005. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/manual-plan-control-amef-apqp/>. [Último acceso: 7 Octubre 2021].
- [10] Consultoria científica y tecnica, «Consultoria científica y tecnica,» [En línea]. Available: <http://cct-mex.com.mx/Word/analisis-del-modoy-efecto-de-fallas/> . [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [11] Lucidchart, «Lucid,» [En línea]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo> . [Último acceso: 12 Octubre 2021].
- [12] alteco, «alteco,» [En línea]. Available: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>. [Último acceso: 12 Octubre 2021].
- [13] I. Torres, «IVE Consultores,» 2020. [En línea]. Available: <https://iveconsultores.com/diagrama-de-flujo/>. [Último acceso: 12 10 2021].
- [14] J. L. Alarcon, «Diario Oficial de la Federacion,» Secretaria del Trabajo y Prevision Social, 30 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>. [Último acceso: 3 Septiembre 2021].
- [15] Secretaria de Trabajo y Prevision Social, «Diario Oficial de la Federación,» 30 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>. [Último acceso: 30 Septiembre 2021].
- [16] J. L. Alarcon, «Norma oficial mexicana,» Secretaria de trabajo y prevision social, 2009. [En línea]. Available: <http://dof.gob.mx/normasOficiales/3923/stps/stps.htm>. [Último acceso: 10 octubre 2021].
- [17] NYCE, «Sistemas de gestion,» NYCE sistemas de gestion, [En línea]. Available: <https://www.sige.org.mx/nom-035-stps-2018-factores-de-riesgo-psicosocial-en-el-trabajo-identificacion-analisis-y-prevencion/> . [Último acceso: 8 Septiembre 2021].
- [18] Secretaria de Trabajo y Prevision Social, «Gobierno de Mexico,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/stps/articulos/norma-oficial-mexicana-nom-035-stps-2018-factores-de-riesgo-psicosocial-en-el-trabajo-identificacion-analisis-y-prevencion> . [Último acceso: 27 Octubre 2021].
- [19] Asociados feim, «Feim,» [En línea]. Available: <http://www.feim.org/es/normalizacion>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [20] Leyes-mx, «Leyes-mx,» [En línea]. Available: [https://leyes-mx.com/ley\\_federal\\_del\\_trabajo/994.htm](https://leyes-mx.com/ley_federal_del_trabajo/994.htm). [Último acceso: 9 Septiembre 2021].
- [21] Secretaria de Trabajo y Prevision Social, «Diario Oficial de la Federacion,» 21 Noviembre 2005. [En línea]. Available: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/791/NOM-154-SCFI-2005/NOM-154-SCFI-2005.htm> el día 23/10/21. [Último acceso: 23 Octubre 2021].
- [22] Secretaria de Trabajo y Prevision Social, «Gobierno de Mexico,» 8 Septiembre 2000. [En

- línea]. Available:  
<https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=12898>. [Último acceso: 23 Octubre 2021].
- [23] SPC, «SPC,» 22 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <https://spcgroup.com.mx/8-disciplinas/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2021].
- [24] J. Berganzo, «oee,» 7 Noviembre 2016. [En línea]. Available:  
<https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>. [Último acceso: 9 Septiembre 2021].
- [25] J. Rosas, «Las 5 S en el Area de empleo,» [En línea]. Available:  
<http://ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLERO/LAS%20%20S%20en%20el%20Area%20de%20Empleo.pdf>. [Último acceso: 9 Noviembre 2021].
- [26] A. A. Romero, «aar Management,» 20 Noviembre 2014. [En línea]. Available:  
<http://www.angelantonioromero.com/las-7-mudas-en-produccion/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [27] Atlas Consultora, «Atlas Consultora,» 10 Marzo 2021. [En línea]. Available:  
<https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/>. [Último acceso: 10 Noviembre 2021].
- [28] El nuevo empresario, «El nuevo empresario,» 2020. [En línea]. Available:  
<https://elnuevoempresario.com/que-es-el-layout-o-distribucion-de-la-planta/#gs.ejrxof>. [Último acceso: 13 Noviembre 2021].
- [29] E. Torres, «Scribd,» Scribd, [En línea]. Available:  
<https://es.scribd.com/doc/103655640/Calcular-El-Numero-Ideal-de-Trabajadores>. [Último acceso: 9 Septiembre 2021].
- [30] Universidad Americana de Europa, «Universidad Americana de Europa,» 14 Mayo 2020. [En línea]. Available:  
<https://unade.edu.mx/poka-yoke-el-sistema-a-prueba-de-errores/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [31] M. Imai, «Kaizen Institute,» [En línea]. Available: <https://mx.kaizen.com/que-es-kaizen>. [Último acceso: 28 11 2021].
- [32] Dle, «Real Academia Española,» 2020. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/laboratorio>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [33] Gran diccionario de la lengua española, «The free dictionary,» 2016. [En línea]. Available:  
<https://es.thefreedictionary.com/inventario>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [34] M. Quiroa, «Economipedia,» 2020. [En línea]. Available:  
<https://economipedia.com/definiciones/produccion.html>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [35] Grandermex, «Grandermex,» [En línea]. Available:  
<https://grandermex.com.mx/inyeccion-plastico/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [36] Grupo Algebrasa, «Grupo algebrasa,» 26 Septiembre 2017. [En línea]. Available:  
<http://blog.algebrasa.com/que-es-una-norma-oficial-mexicana-y-para-que-sirve>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [37] Dle, «Real Academia Española,» 2020. [En línea]. Available:  
<https://dle.rae.es/metrolog%C3%ADa>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [38] Significados, «Significados,» [En línea]. Available:  
<https://www.significados.com/medicion/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [39] Real Academia Española, «Real Academia Española,» 2020. [En línea]. Available:  
<https://dle.rae.es/calidad>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].

**Biografía Autor(es)**

<sup>1</sup>José de Jesús Gómez Escoto,

Alumno Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo titulado en el año 2022 de la Carrera de Ingeniería Industrial. <https://orcid.org/0009-002-6558-808X>

<sup>2</sup>Mtro. Juan Jesús Carrillo,

Es docente en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco; tiene Maestría en Administración de Empresas, Doctorado en Educación con experiencia en la docencia desde 1980. Obtuvo Nivel C1 en examen de Inglés aplicado por IDEFT (Jalisco). Obtuvo Nivel B2 en el Examen delf de francés en la Universidad de Guadalajara. Fue elegido como Candidato para el curso de verano en el IMPI cursándolo tanto en 2018 como en 2020 y obteniendo el diploma correspondiente. Obtuvo el reconocimiento a la Trayectoria Profesional en el 2019 por parte del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez. <https://orcid.org/0000-0002-1227-643X>

<sup>3</sup>Dra. Gutiérrez Limón Angélica, actualmente con perfil PRODEP, Profesora de tiempo completo del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Unidad Académica Zapotlanejo. e-mail [angelica.limon@zapotlanejo.tecmm.edu.mx](mailto:angelica.limon@zapotlanejo.tecmm.edu.mx) Maestra en Administración egresada de la Universidad de Guadalajara. Actualmente curso la Maestría de Ingeniería en Manufactura 4.0 en la universidad digital ALINCO y Doctorado en Economía en Atlantic International University. Profesora de Carrera de Ingeniería Industrial. <https://orcid.org/0000-0001-7947-7706>