

# Ingeniería De Prueba Aplicada

**El Trabajo Estándar**

**ED2026**

**Héctor Jayat**

# **INGENIERIA DE PRUEBA APLICADA**

El Trabajo Estándar Aplicado  
a La Ingeniería de Prueba En La Manufactura de  
Ensamblés Electrónicos

Héctor Jayat

Edición 2026

## CONTENIDO

Prólogo .....	4
Antes de Comenzar .....	7
Que Es La Ingeniería de Pruebas .....	10
La Necesidad de La Ingeniería de Prueba .....	14
De la Universidad a la Empresa .....	16
El Trabajo Estándar .....	18
Perfil Esperado De Un Ingeniero de Prueba.....	22
Actividades de un Ingeniero de Prueba .....	24
Los 5 Pilares de La Ingeniería de Prueba .....	34
-Control de Equipos .....	35
-Control de Inventarios .....	46
-Control de Mantenimientos y Calibraciones....	49
-Control de Cambios de Ingeniería .....	52
-Control de Seguridad en Equipos de Prueba ...	53
-Administración de Personal .....	56
-Entrenamiento de Personal .....	59
Glosario de Palabras en Inglés .....	64
Contacto con Autor.....	65

## Prólogo

El tema de la ingeniería de prueba puede ser muy extenso y puede ser algo difícil encontrar literatura al respecto, sobre todo que hable de todos los aspectos de los que se debe hacer cargo un ingeniero de pruebas.

La razón por la que decidí escribir este breve libro es precisamente esa, porque no quiero que llegues a este mundo de la ingeniería de pruebas sin tener este conocimiento que no se enseña en las universidades, una guía que yo no tuve, pero que ahora tú tienes en tus manos, o al menos en la pantalla de tu dispositivo.

No me considero un experto en el área, o alguien que domina todo el hardware o software que existe relacionado con la enorme diversidad de equipos de prueba que puedan existir, cuya lista sería interminable, ni siquiera existe una a saber, porque existen tantos equipos de prueba como dispositivos construidos existan, los cuales deben ser probados funcionalmente.

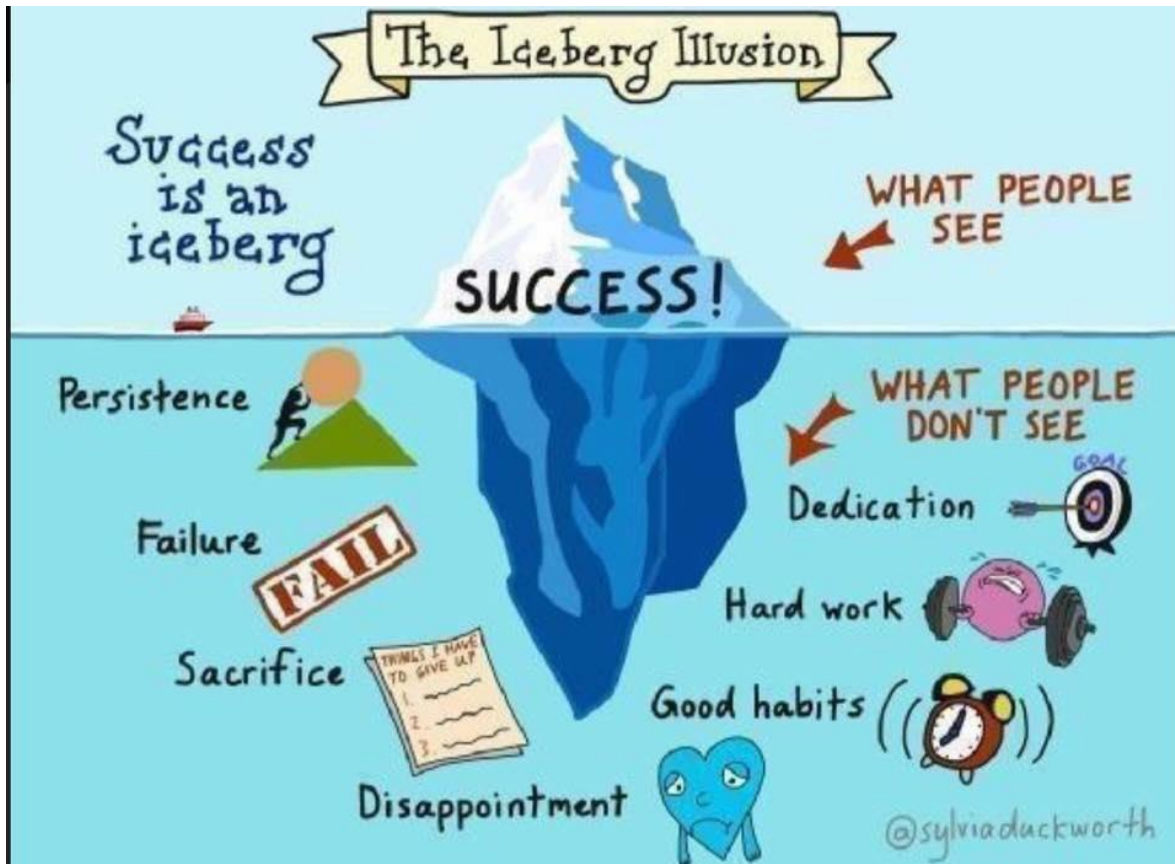
Por lo tanto, te presento a ti esta guía, esperando pueda ser de utilidad en tu carrera por la industria de manufactura de todo tipo de dispositivos, electrónicos o no.

Tu amigo Héctor Jayat Estrada

## **Consentimiento**

Este libro puede compartirse con colegas de Ingeniería de prueba libremente.

“La gente se vuelve realmente remarcable cuando comienza a hacer cosas, cuando creen en ellos mismos, cuando no se dejan derrotar, ellos tienen el primer secreto del éxito”



El lema de este libro es “**Work Smart Not Hard**”

**Si no te gusta tu trabajo, cámbialo, si no lo puedes cambiar, cambia tu actitud. Anónimo**

## ANTES DE COMENZAR

Antes de comenzar me gustaría mencionar algunas premisas:

1. No existe panacea que resuelva todos los problemas que enfrenta un ingeniero.
2. Este reporte no es la verdad absoluta, es tan sólo una guía de consulta.
3. Un ingeniero puede hacerse su vida laboral realmente placentera o la más miserable posible.
4. Todo proceso es mejorable.
5. La actitud con la que enfrentas la vida lo es todo.

***Uno puede ser un ganador, un triunfador y amar su puesto o ser un perdedor y tener un puesto que odia y nada de valor para cambiarlo. La decisión de lo que queremos ser es de cada uno.***

Después de más de 27 años de trabajo como ingeniero de prueba y de mi paso por varias empresas de manufactura electrónica, es innegable que algo se aprende, y no me refiero a los conocimientos de carácter técnico, de los cuales es imposible dejar de aprender o creer que ya se ha aprendido de todo.

Sobre todo ante la enorme diversidad de aplicaciones de software, hardware, equipos y productos que se manufacturan hoy en día, sino más bien me refiero a toda la gama de conocimiento que se va adquiriendo sobre las metodologías y competencias aplicables para llevar a cabo tu trabajo de una manera inteligente, **sin tener que reinventar el hilo negro.**

Algo que es muy importante poner sobre la mesa, es que se debe tener muy claro que hoy en día **una parte muy importante de los equipos de prueba es la seguridad de los operadores**, **evitar en todo momento**, y dependiendo del tipo de equipo de prueba, que pueda existir **cualquier tipo de atrapamiento de algún miembro del cuerpo del operador de la máquina o toda posible lesión al mismo.**

Es por ello que las actividades del ingeniero de prueba involucran toda una gama de tareas en varias áreas, desde la administración de personal, conocimientos de software, hardware y mejora de equipos y procesos, documentación de todo procedimientos o formatos, aspectos de seguridad, etc.

No es correcto pensar que tan sólo con leer un libro o varios sobre estos temas, ya se estará listo para afrontar todas las batallas diarias que se deben lidiar.

Al contrario, **todos los días se aprenden cosas nuevas**, nuevas maneras de mejorar nuestros equipos, procesos y procedimientos, para hacerlos mejores, más robustos, más eficientes por el pro del proyecto y la empresa en la cual trabajamos. *Sigamos adelante!*

## ¿QUÉ ES LA INGENIERIA DE PRUEBA?

O mejor dicho, ¿Qué es la Ingeniería de Prueba en la Industria de Manufactura Electrónica?

**Es el área encargada del aseguramiento de la calidad del producto, mediante la ejecución de las pruebas pertinentes al producto manufacturado**, estas pruebas pueden ser a nivel componente, a nivel tarjeta o/a nivel producto terminado, y aplica no sólo a productos electrónicos, sino prácticamente a la manufactura de cualquier producto, electrónico o no, donde se apliquen cualquier tipo de pruebas para su validación y/o correcto funcionamiento.

Pero ... ¿Agrega valor o no la prueba?, muchos dicen que no, otros afirman que sí, lo veremos a continuación.

Dentro de toda la gama de pruebas que se pueden realizar a un producto, existen infinidad de pruebas, y éstas no abarcan sólo a pruebas electrónicas funcionales, sino que también pueden ser neumáticas, mecánicas o de otro tipo sin entrar en detalles, y pueden ser a nivel tarjeta, a nivel sub-ensamble o a nivel producto final, de entre las más conocidas se tienen las siguientes enumeradas a continuación:

- Pruebas de Continuidad
- Pruebas de Resistencia o impedancia
- Pruebas de Estrés
- Pruebas de Vida
- Pruebas de Confiabilidad
- Pruebas en Circuito
- Pruebas Funcionales
- Pruebas de fugas de aire o agua
- Pruebas de Rayos-X
- Entre muchas otras

Y si hablamos de prueba, dependiendo de en qué equipos se realizan podemos hablar de:

### **Pruebas de AOI**

Donde se realizan inspecciones visuales en tarjetas electrónicas, mediante comparación de imágenes y/o mediante algoritmos para determinar si una tarjeta ha sido bien ensamblada por los equipos de SMT (Tecnología de Montaje Superficial) y se mantienen en ese estado después de haber sido pasadas por un horno.

O si en su caso no han “nacido” con defectos como falta partes, equivocados, invertidos, desviados, volteados, excesos y si es el caso, con el uso de equipos 3D verificar si las alturas de componentes y “filetes” de soldadura son aceptables de acuerdo con las reglas de la norma IPC-610.

### **Pruebas de Rayos X**

Este tipo de prueba es muy utilizada para verificar las condiciones de la soldadura en circuito donde no es visible a simple vista, como en el caso de los circuitos BGA (Ball Grid Array, arreglo de rejilla de bolas), con esta prueba es muy fácil saber si la calidad de la soldadura y el contacto con la terminal o pad del circuito integrado es buena o no. También nos ayuda a verificar si un componente electrónico o pista de una tarjeta electrónica, tiene o no alguna fractura interna no visible a simple vista.

### **Pruebas de ICT o En Circuito**

Estas pruebas se realizan en equipos conocidos como in-circuit tester, los cuales constan de una base o cabezal de prueba donde se coloca una fixtura de prueba con pines, donde con ayuda de un programa se intentan probar de la manera más completa posible todos o casi todos los

componentes de una tarjeta electrónica, de tal manera que es muy fácil detectar falta partes, equivocados, invertidos, cortos, abiertos, dañados, etc.

### **Pruebas Funcionales**

En estas pruebas se intenta probar la funcionalidad de un circuito electrónico en un PCB, sub-ensamble o en un producto terminado, de manera que aplicando voltajes, corrientes, impulsos digitales o señales de frecuencias de audio ó video entre otras, podemos saber si nuestro producto cumple o no con la finalidad a la que ha sido destinado previo a su proceso de empaque.

### **Pruebas de Aislamiento o Hipot**

En este tipo de prueba lo que intentamos detectar es que nuestro producto terminado no tenga fugas de corriente o aislamientos deficientes lo que podría ocasionar una descarga de voltaje peligrosa al usuario final o algún incendio inclusive.

## LA NECESIDAD DE LA INGENIERIA DE PRUEBA

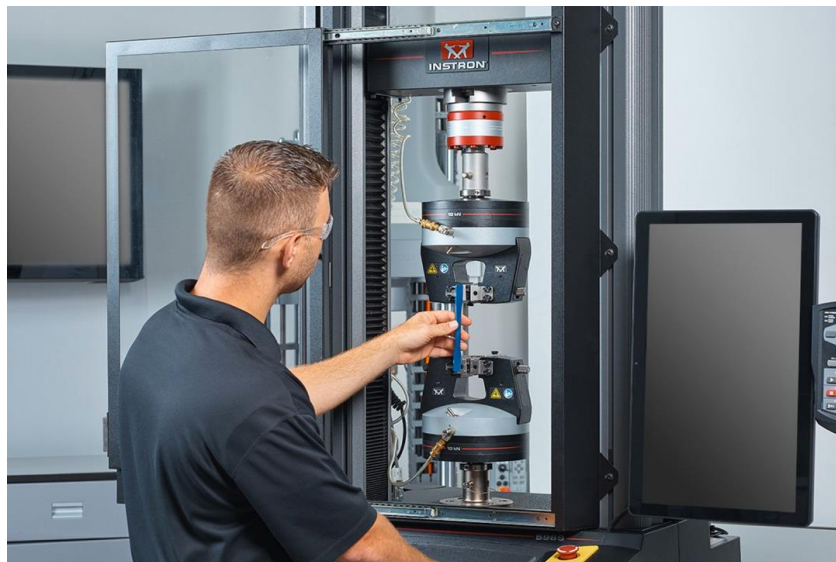
Si existieran los procesos de manufactura perfectos, muchos de los equipos de prueba no tendrían razón de ser, ni tampoco sería necesario contar con ingenieros de prueba, pero créeme, no existen dichos procesos perfectos, y es sólo con ayuda de los equipos de prueba que podemos “filtrar” el producto bien manufacturado del malo.

A la fecha no hay procesos perfectos en la fabricación de tarjetas, sobre todo cuando existe el factor humano involucrado, sólo se puede presumir de los procesos automatizados con robots, los que pueden tener índices muy altos de perfección y/o bajo nivel de errores.

De ahí la importancia y el valor que tienen los equipos de prueba, y de nuestro papel para asegurar que dichos equipos siempre funcionen en condiciones óptimas, de lo cual hablaremos más adelante.

Entonces la pregunta es **¿Agregan valor o no los equipos de prueba?**

Si el equipo de prueba sólo hace validaciones de funcionamiento al producto, revisión de condición de componentes y/ presencia de los mismos, se podría decir que no agregan valor y por el contrario, si los equipos de prueba hacen, durante esta validación, algún ajuste de parámetros o alguna calibración y/o programación al producto bajo prueba, entonces podríamos decir que sí agregan valor al producto.



## DE LA UNIVERSIDAD A LA EMPRESA

Es importante tener muy en cuenta lo siguiente, existe una brecha muy grande entre lo que se aprende en la escuela y lo que se vive en el día a día en una empresa de manufactura ya en el ámbito profesional.

**Lo primero que un ingeniero de prueba debe tener muy claro es que el trabajo no es un juego**, se espera del ingeniero de prueba, en toda empresa, que sea una persona madura, dedicada, responsable y profesional.

En la universidad podrás no hacer una tarea o trabajo de investigación y no pasada nada, pero en el trabajo, no ejecutar una orden, actividad, encargo, reporte, ignorar responsabilidades, no asistir a una junta, etc. significa simple y sencillamente que eres una persona inmadura, irresponsable, deshonesto y simplemente no apta para dicho trabajo.

La recomendación es muy sencilla, si no crees que serás capaz de trabajar de una manera responsable y madura en una empresa, **mejor no lo hagas**, te deshonrarás a ti mismo, a tu familia, a tus padres, a tu empresa y a tu país.

**Haz mejor un esfuerzo, estudia, dedica tiempo a fortalecer tus debilidades, tus conocimientos, tus competencias, habilidades blandas y tu carácter por el bien de tu país.**

Por supuesto que existe para todos la ya conocida “rampa de aprendizaje”, pero uno siempre debe ser juicioso para no cometer errores de novato, que pueden costar dinero a la empresa, demandas por parte de clientes o instituciones gubernamentales, accidentes laborales y en ocasiones un despido temprano. **Está de nuestra parte el preguntar, el estudiar, el leer, el investigar para volvernos expertos en nuestras áreas y dominar rápidamente nuestro trabajo.**

Ahora hablaremos un poco sobre el trabajo estándar...

## EL TRABAJO ESTANDAR

Es casi imposible imaginar una empresa de manufactura electrónica, o de cualquier tipo, en estos días que no se rija por algún estándar de calidad como las normas ISO entre muchas otras y dependiendo de los productos manufacturados en el ramo comercial, médico, automotriz o militar, podrán ser otros estándares los que regirán el modo en que se debe manufacturar el producto.

Ahora bien, aunque existen todos estos estándares internacionales, no existe uno sólo que indique cuales deberían ser las actividades estándar que un ingeniero de prueba debe realizar en base diaria, semanal, mensual o anual.

La primera vez que escuché sobre el trabajo estándar aplicado a la ingeniería de prueba, **fue a través del Ingeniero Julio Aguayo en 2008, mi jefe directo y gerente de Ingeniería de Prueba**, quién implementó esta metodología en la empresa en que ambos trabajábamos, y a quién le estoy, por supuesto, muy agradecido por dicha enseñanza.

**Uno no puede ver a simple vista lo que significa el trabajo estándar sino hasta que forma parte de su día a día.**

## Ventajas del Trabajo Estándar

- Se tienen todas las actividades a realizar **de manera clara por escrito y documentadas** en algún sistema de calidad o control de documentos.
- Se **evitan** dudas o **malos entendidos**.
- Se evita el fingir demencia, el que nadie me dijo, **se sabe siempre qué hacer y cómo**.
- **Se evitan pérdidas de tiempo** intentando crear un plan de emergencia ante un problema.
- Se **evita re-inventar** la rueda o el hilo negro.
- **Se tiene un procedimiento** para documentar lo nuevo.
- Todo se tiene de alguna manera **dentro de un control o un métrico**

En síntesis, **el trabajo estándar es la guía para saber qué hacer, cómo hacerlo, cuándo y por qué hacerlo**. Todo esto te evitará estar divagando sin saber qué rumbo tomar en tus actividades diarias, en los eventos de falla o en la toma de decisiones **que muchas veces se deben hacer en ambientes y momentos bajo mucha presión y/o estrés**.

**Utiliza el trabajo estándar en tu vida laboral** y comenzarás a ver las cosas desde otra muy clara perspectiva, **harás tu trabajo más agradable, lo disfrutarás**, te evitarás de mucho estrés, dolores de cabeza **y podrás convivir más tiempo con tus seres queridos.**

Bueno entremos de lleno al tema principal de este libro... ***La Ingeniería de Prueba Aplicada.***

La ingeniería de prueba aplicada en realidad no es una ciencia exacta, **ni siquiera es algo difícil**, desde mi muy particular punto de vista, es simplemente algo, que si no se ejecuta con una metodología, simplemente se convertirá en algo que no lleguemos a disfrutar, que se vuelva tedioso, pesado, difícil, consumidor de todo nuestro tiempo e insoportable hasta que un día se decida por dejarlo, pero que invariablemente **donde quiera que vayas, si continúas sin una metodología, simplemente la misma historia se repetirá al poco tiempo.**

Ahora bien, el tener problemas en el trabajo, no es algo que se pueda disfrutar, en el campo de la Ingeniería de Prueba, los problemas a resolver serán el pan de cada día, y es por ello que se nos contrata, **para resolver problemas.**

**Pero resolver problemas utilizando un método, un sistema, un sistema del que ninguna norma ISO nos podrá indicar cómo realizar.**

Es por ello qué en toda empresa, el ingeniero de prueba debe “ingeniarse” para crear sus propios métodos cuando estos no existen ya y/o documentarlos cuando apliquen. (De ahí la frase ***Work Smart Not Hard***)

Es increíble ver como empresas con trayectorias de 5, 10 o más años no cuentan con estas metodologías que los ingenieros de prueba puedan aplicar, pero si es tu caso y tu empresa no cuenta con ellas, es buen momento para tener la iniciativa y documentarlas.

## PERFIL ESPERADO DE UN INGENIERO DE PRUEBA

Cada empresa puede tener un perfil deseado para un ingeniero de prueba sobre los conocimientos técnicos o experiencia en aspectos de hardware, software, sistemas operativos, paquetes de aplicaciones tipo office y de programación, pero aquí no hablaremos de esto, sino de los aspectos de carácter personal, es decir de la actitud esperada en un ingeniero, además de la capacidad o competencias blandas requeridas.

Se espera que el ingeniero sea o tenga:

- Honesto
- Con liderazgo y capacidad para toma de decisiones
- Responsable
- Maduro
- Independiente
- Disciplinado
- Altamente organizado
- Determinado
- Analítico
- Metódico

- Capacidad para trabajo en equipo
- Alta capacidad para aprender nuevas cosas en corto tiempo
- Alta capacidad para proponer mejoras a procesos
- Alta capacidad para trabajar bajo presión
- Alta capacidad para detectar problemas de seguridad
- Facilidad de palabra, comunicativo, capaz de hablar frente a un grupo de personas y organizar juntas.
- Con alta inteligencia emocional.
- Resiliente, sentido de urgencia, enfocado en el cliente, apegado a valores de su empresa
- Ágil, capacidad de adaptación, que fomente la innovación, gran planificador
- Altamente decisivo, con capacidad para gestionar información compleja
- Orientado a la acción, impulsado por resultados y métricos
- Confiable, colaborativo, valor a diferencias, empático, temperamento constante
- Trato justo a las personas, comprensión interpersonal
- Capacidad para auto desarrollarse a sí mismo y a los demás, desarrollo continuo.
- Entre otras cualidades



## ACTIVIDADES TÍPICAS DE UN INGENIERO DE PRUEBA

Otro aspecto importante que todo aspirante a ingeniero de prueba debe saber es que existe una serie de responsabilidades que varían de empresa a empresa, y de posición a posición, pero que en menor o mayor medida comprenden las siguientes, así que no te sorprendas.

Contratación y entrevistas de nuevo personal, utilizando los criterios del perfil de la vacante y seleccionando de entre personal interno o externo el mejor candidato para ocuparla.

Este aspecto de la contratación de nuevas posiciones o de no tan nuevas en caso de renuncias o promociones, va siempre de la mano de la demanda de personal del proyecto, que debe pagar la vacante, por lo que debe revisarse con el área de negocios del proyecto, antes de meter una nueva requisición por personal.

**Entrenamiento de personal**, todo personal que entra a nuestras filas, debe cubrir una serie de entrenamientos internos de la empresa, tanto a niveles de comportamiento, normas de seguridad, aspectos técnicos, entre otros.

Para eso **el ingeniero debe de crear** guías para evitar repetición y pérdida de tiempo cuando tenemos rotación, todo esto para cubrir el aspecto de la capacitación de personal.

Hacer **inventario e identificación de los equipos de prueba**, es de primordial importancia, el tener todos nuestros equipos de prueba bien identificados bajo las normas de nomenclatura definidas en la empresa y/o en el departamento de prueba, finanzas y tráfico.

Todos nuestros equipos deben tener la identificación del mismo con aspectos o datos requeridos por el departamento de tráfico y aduanas, así como su número serial e identificación conforme a la nomenclatura de mantenimiento definida.

**Inventario de refacciones**, esta actividad no escapa de las actividades de todo ingeniero, tener un buen inventario de refacciones y registrado en un archivo o plataforma de refacciones, con detalles como cantidades actuales, máximos y mínimos, tiempo estimado para recompra, descripciones, datos de proveedores, alguna fotografía, entre otros.

Así como **la disciplina** para la compra en tiempo de las mismas y siempre cuidando estar dentro del presupuesto asignado para cada periodo de tiempo es clave para tener todo en control.

**Inventario de muestras doradas, negativas, etc.** Tener un buen inventario registrado en un archivo, sistema o plataforma, de las muestras doradas y negativas de prueba, así como su correcta identificación, es fundamental para un fácil manejo y control.

Efectuar las **aceptancias de equipos** nuevos, altas o registro de equipos nuevos en sistema, es fundamental para tener un buen orden, así como realizar los estudios R&R en los equipos para saber el comportamiento de los mismos es fundamental para evitar contratiempos posteriores y para no entrar al modo “bombero”, en donde tenemos varias llamadas a la acción por determinado equipo, lo cual a la larga nos afecta en métricos como tiempo muerto, MTBF y otros temas como bajo FPY.

Alta de equipos nuevos en **calendarios de mantenimientos o calibración** y su seguimiento. Como ya sabemos los mantenimientos **es algo de lo más crítico para todo equipo de pruebas**, el no hacerlos correctamente o en su tiempo, simplemente es como darse un “balazo en el pie”, es engañarnos a nosotros mismos y tener infinidad de contratiempos.

En cuando al tema de la **calibración**, es otro de los aspectos también críticos que, **de no tenerlo en control**, podría meternos en serios aprietos con temas de calidad interna, con el cliente o incluso temas legales que podrían comprometer el proyecto con nuestra empresa. **Por lo que este aspecto es imperdonable ignorarlo o simplemente tenerlo fuera de control.**

**Implementación de cambios de ingeniería, cambios de proceso y/o desviaciones.** Esto es algo con lo que todo ingeniero de prueba debe lidiar en el día a día, ya que es muy común que se produzcan cambios de materiales, componentes, especificaciones de construcción y/o parámetros de prueba, así como cambios en el proceso en línea de producción.

La atención a los cambios de ingeniería o de proceso internos o externos requeridos por cliente, es otro aspecto también muy importante, ya que pone en riesgo la calidad del producto manufacturado, ignorar este aspecto, puede acarrear una infinidad de problemas para la empresa, cómo son infinidad de retrabajos y dinero perdido en el “mejor” de los casos, hasta demandas y/o pérdida de clientes en él pero caso.

**Te aseguro que no querrás escuchar tu nombre en la lista de responsables por no haber llevado buen control de este tema cuando la catástrofe suceda.**

Por otro lado, cuando algo no puede hacerse al pie de la letra como lo marca un procedimiento o una norma, es cuando entra en escena la conocida desviación de proceso.

**Es por eso que la participación en la junta de cambios de ingeniería es fundamental.**

Creación de todo tipo de documentación sobre equipos de prueba, ayudas visuales, procedimientos, instructivos de trabajo, guías, formatos, especificaciones, etc.

Como ya se ha mencionado, existen normas oficiales que pueden servirnos como guías, pero cuando éstas no llenan nuestras expectativas, debemos de crear nuestros propios documentos, esto se convierte en algo esencial.

Primero para tener el paso a paso de un procedimiento (trabajo estándar) y segundo para entrenar a personal actual o nuevo y evitar, primero, la pérdida del conocimiento

cuando alguien se va y segundo, el evitar estar repitiendo los procedimientos de boca, lo cual no es trabajar de una manera inteligente.

También entran en este rubro las ayudas visuales para personal operativo sobre la prueba a ejecutar en el equipo.

Participación en todo tipo de juntas el proyecto y equipos de solución de problemas o proyectos de mejora.

Estas son otro aspecto de las actividades del ingeniero de prueba, **el participar en juntas informativas, colaborativas para solución de un problema o para llegar a un acuerdo es el “pan de cada día” de un ingeniero.**

Finalmente es una de las razones de nuestro puesto, el aportar soluciones en conjunto con los integrantes de otros departamentos. Aquí se incluyen todo tipo de juntas internas, externas con cliente, conferencias con otros departamentos y/o proveedores de productos o servicios son también muy comunes.

Mejora constante de sus equipos y métricos como son Tiempo muerto, MTBF, FPY, WIP, Gastos, entre muchos otros. Otro rubro dentro de las actividades es la constante introducción de productos nuevos, lo cual es la base del crecimiento de todo proyecto en una empresa, por ello la participación del ingeniero de prueba es fundamental.

Aquí también se incluyen las actividades de participación en juntas y cotización de equipos nuevos para la prueba de productos venideros.

**Implementación de sistemas para seguridad** del usuario de cualquier equipo de prueba. Como ya se ha mencionado antes, el tema de la seguridad operativa y de nosotros mismos y nuestro personal de prueba, en cualquier equipo de prueba, es algo que jamás se podrá dejar de lado.

Esto aplica para la seguridad del operador de la máquina como para la de nuestro personal cuando de mantenimientos preventivos y/o correctivos se trate implementando las conocidas técnicas de **LOTO**.

**Atención a todo tipo de auditorías internas y externas.** Esta actividad se convierte en algo primordial, ya que como sabemos, todos nuestros equipos de prueba y nosotros mismos debemos de cumplir con las normas oficiales bajo las cuales está certificada nuestra empresa.

Este es otro aspecto crítico al cual debemos estar muy atentos. Aquí se incluyen todo tipo de auditorías de ISO, auditorías internas de procesos, auditorías de prueba, auditorías de seguridad (EHS), auditorías de 5s, etc.

Respaldo de información sobre nuestros equipos de prueba, es otro aspecto muy importante a realizar para evitar tremendos dolores de cabeza y pérdidas para la empresa.

Entre muchas otras actividades diarias.



## LOS 7 PILARES DE LA INGENIERIA DE PRUEBA

Pues bien, hablemos ahora de los 7 pilares básicos de que consta la Ingeniería de Prueba.

Esta no es la última palabra en este tema, es sólo mi opinión, basado en mi trayectoria personal después de haber trabajado en 6 empresas de manufactura electrónica y no electrónica por 27 años, en dos ciudades industriales, con infinidad de proyectos y clientes, innumerables paquetes de software, equipos y plataformas de prueba.

1. Control de los equipos de prueba
2. Control de Inventarios de refacciones
3. Control de mantenimientos
4. Control de cambios de Ingeniería
5. Control de seguridad en equipos de prueba
6. Administración del personal
7. Capacitación de personal

**Si tenemos todo esto en control**, nuestra vida laboral como ingenieros de prueba, no estará libre de problemas, pero sí, de enormes dolores de cabeza, llamadas de atención, llegadas tarde a casa, frustraciones y fracasos personales.

Pues bien empecemos a hablar acerca de lo que comprende cada uno de ellos.

## 1. Control de Equipos

### Aceptancia de Equipos

El tema de las aceptancias de equipos nuevos o transferidos por un cliente, es un tema un tanto descuidado en algunas empresas y por demás uno de los más valiosos y del que **depende que nuestros equipos de prueba nos den o no dolores de cabeza.**

Por ello es importante, si la empresa en que laboras tiene ya un procedimiento de aceptación de equipos, **seguirlo al pie de la letra** para asegurar lo siguiente:

Que los equipos lleguen en buen estado, completos y con toda su documentación como esquemáticos, guías y/o software de instalación, manuales de usuario, nombre y/o contacto de cliente o proveedores, pólizas de garantía, certificado de calibración, pruebas R&R, entre otras cosas.

Como parte de la aceptación, están los estudios de capacidad, CPK, de repetibilidad y/o reproducibilidad (R&R), **para saber si nuestros equipos son fiables** y no rechazarán producto bueno o aceptarán producto malo.



**Es extremadamente importante entender que este paso es el más importante** y el que evitará que en el futuro estemos batallando con nuestros equipos de prueba o no. Que estemos en modo bombero o no. **Tener conocimientos de estadística aplicada y herramientas de software para ello fundamental.**

**Ahora, ¿Qué hacer si el equipo recibido, carece de alguna documentación descrita arriba?**

Lo primero es comunicar a cliente sobre el estado del equipo recibido y preguntar si tiene dicha documentación para ser proveída a nosotros a la brevedad. Toma fotos de todo.

Para el caso en que algún o algunos componente(s) del equipo requiera(n) calibración, se deberá solicitar el o los certificado(s) al cliente para darse de alta en nuestro sistema de calibración, solicitar al cliente la periodicidad en que deberán ser calibrados, el tema del costo, deberá ser algo a tratar entre la unidad de negocios y el cliente en su momento.

Para el caso del estudio R&R aplica lo mismo, solicitar al cliente y en caso de no proveerla, informarle que se realizará un estudio R&R para verificar la condición del equipo al recibirlo.

### **Documentación de Equipos**

Una vez aceptado nuestro equipo de prueba, el siguiente paso consiste en su identificación y registro en el sistema y el resguardo de toda su información técnica o de uso en un lugar seguro. Para la identificación se toma en consideración todos los aspectos desde Aduanales, financieros y de nomenclaturas propias del departamento de pruebas. El tener un inventario con todos los datos del equipo, desde nombre, marca, modelo, número de serie, ID de cliente, etc. es primordial.

### **Conocimiento de los Equipos**

Dentro de esta categoría entra el asegurar un entrenamiento sobre los equipos de prueba, ya sea por un cliente, por un proveedor externo o interno o de manera autodidacta.

**El ingeniero de prueba debe conocer a fondo** la manera en que funciona su equipo, como se interconectan y/o comunican todos sus componentes o sistemas y lo más importante, conocer a detalle el plan de prueba del mismo, coberturas, su FMEA y contribución en el control plan, calibraciones, etc. Del mismo modo asegurarse que todo el personal a su cargo lo conozcan también en base a entrenamientos continuos.

### **Toma de Tiempos de Prueba**

**Todo ingeniero de prueba debe de saber a la perfección** y tener registros de los tiempos de prueba de cada uno de sus equipos, si desea ir a detalle, deberá considerar los tiempos de carga y descarga en cada caso.

### **Respaldo de Equipos**

El asegurar respaldos de software de un equipo de prueba tiene muchísimas ventajas y te ahorrarán muchos dolores de cabeza. El comportamiento de los equipos puede llegar a ser inestable, fallar en el momento menos esperado o sufrir algún daño por mal manejo, sobrecargas o cortes inesperados de corriente o inclusive por desgaste natural de partes internas, sobre todo cuando de computadoras de trate.

Por otro lado, la gran mayoría de los equipos de prueba que cuentan con un equipo cómputo, además del sistema operativo, cuentan con una serie de aplicaciones y controladores de dispositivos de comunicación y de prueba, que conforman todo el software necesario para su buen funcionamiento.

Con un buen respaldo de software, la restauración de un sistema que pudiera bien llevarse en 15 ó 30 minutos, pero sin él, convertirse en horas, o hasta días, así que la pregunta obligada es **¿Para qué arriesgarse?** No dejes que estos eventos te hagan ver como un inexperto y nada profesional, adelántate a los eventos, antes de que estos sucedan y realiza los respaldos correspondientes continuamente.

### **Monitoreo de Equipos y/o Control Estadístico**

Si tu empresa cuenta con un sistema para el registro de los eventos de pasa/falla de sus equipos de prueba, toma ventaja de ello y monitorea tus equipos de manera diaria; en la mayoría de las empresas se suele manejar un métrico de **First Pass Yield(FPY)** de los equipos de prueba y con una meta a lograr, mantener y superar.

Recuerda **lo que no se mide no se puede mejorar** y si el ingeniero de prueba aprende a dominar la estadística y su aplicación, muy pronto sabrá el estado de sus equipos con tan sólo revisar la pantalla de su computadora, **trabajar de una manera inteligente es una obligación de todo ingeniero de prueba.**

## Métricos

Es muy habitual en nuestra posición llevar y contribuir a lograr las metas de una gran variedad de métricos, algunos de los cuales se mencionan enseguida:

## WIP

El cual tiene en control las unidades que han fallado en algún equipo de prueba y que están pendientes por recibir un diagnóstico y por lo tanto ser reparadas.

## To Test

El cual tiene en control a las unidades que han sido reparadas y que están en espera de ser probadas otra vez.

## **Tiempo Muerto**

El cual tiene en control el total de tiempo muerto que se ha producido por fallas en nuestros equipos de prueba.

## **MTBF (Mean Time Between Failures- Tiempo Medio entre Fallas)**

El cual tiene la función de representarnos gráficamente, que tanto fallan nuestros equipos y cuales, en un periodo de tiempo que puede ser una semana, así como el cumplimiento de la meta pactada para el mismo. Este métrico es fundamental para saber en qué equipo(s) debemos enfocar nuestros esfuerzos.

## **Eficiencias de Diagnóstico & Reparación**

Este métrico nos ayuda a medir que tan efectivos son nuestros diagnósticos y nos dejan ver las necesidades de entrenamiento de nuestro personal o necesidades de mantenimiento de nuestros equipos, así como para enfocarnos en la mejora de algún proceso de manufactura que nos ayude a mitigar con las fallas.

## **Presupuesto**

Con este métrico llevamos un control de todos los gastos por servicios, entrenamientos, mantenimientos o refacciones para nuestros equipos de prueba. Tenerlo en control es fundamental para no afectar el métrico de gastos del proyecto en general.

## **Tiempo extra**

Este métrico nos ayuda para tener un control del total de tiempo extra requerido, semana a semana para todo tipo de eventos como mantenimientos preventivos, correctivos, coberturas por enfermedad, vacaciones o entrenamientos de nuestro personal.

Entre otros métricos que pudieran variar de una empresa a otra.

## **Proyectos de Mejora de Equipos de Prueba**

Si creías que tus actividades como ingeniero de prueba, son cambio de pines, cables o incluso restauración de equipos de prueba o simples reinicios de equipos, lamento decirte que en realidad lo que realmente agrega valor a tu puesto, es el enfoque a los proyectos de mejora y la reducción de costos, todos los aspectos de seguridad de personal, entre otros, aquí sólo algunos:

## **Incrementos de Cobertura**

No hay proceso de manufactura perfecto y los errores humanos o de máquina por desgaste o mantenimientos no muy realizados, están a la orden del día, y por otro lado no existen equipos de prueba con cobertura del 100% de todos los componentes del producto bajo prueba, y eventos como cortos de soldadura, falta partes, componentes sin soldar, fracturados, malos ensambles, componentes equivocados, faltantes o dañados, etc. pueden suceder todos los días.

Por lo que es ahí donde entra la detección de un escape o evento como los mencionados arriba, es entonces donde el ingeniero prueba debe mejorar la cobertura de sus equipos para evitar pérdidas de materiales, daños a sus propios equipos o problemas de rechazos de producto por un cliente.

## **Reducción de tiempos o ciclo de prueba (optimización de equipos)**

Otra área de interés entre los proyectos de mejora está la optimización de equipos, reduciendo el tiempo de prueba, lo cual puede llevar a la reducción del número de operadores necesarios, mejoras que bien pueden lograrse utilizando la estadística, otras veces hasta con un simple cambio al layout de los equipos, actualización o mejoras en las aplicaciones de prueba o el entrenamiento y/o certificación del personal operativo.

## **Reducción de costos**

De primordial interés para cualquier directivo es la reducción de costos, es entonces donde la ingeniería aplicada juega un papel importante y por medio de análisis y diseño de experimentos, control estadístico, entre otras metodologías, se pueden llegar a reducir la cantidad de equipos, operadores o tiempos como lo mencionamos antes, logrando una importante reducción de costos eficientizando nuestros procesos de prueba.

## 2. Control de Inventarios

### Inventario de Equipos de Prueba

**Un ingeniero de prueba preparado**, debe procurar tener el inventario de todos sus equipos de prueba el cual es un documento vivo que se actualiza en el preciso momento en que se compra o recibe un equipo de algún cliente, esto le permitirá de una manera rápida conocer todos los datos de sus equipos, órdenes de compra, las fechas de garantía, la ubicación en el layout de la planta, etc.

Este inventario debe incluir desde equipos completos, fixturas de prueba, equipos de medición, fuentes, herramientas, etc. Puede ser una base de digital o alguna plataforma web de fácil acceso y propia de tu empresa.

### Inventario de Muestras Doradas

Para todo equipo de prueba debe procurarse tener una muestra dorada (golden board) para validar el equipo, para ciertas industrias como producto para industria automotriz y médica es incluso obligatorio el tener una muestra dorada OK y una NOK (muestra con falla o negativa), y cada vez que se libera un equipo a producción por cambio de modelo, reubicaciones de equipos, etc.

Con ambas muestras deben correrse estudios GR&R en el equipo para validar el correcto estado del mismo.

Para poder llevar a cabo estas actividades es por ello imprescindible el **tener todas nuestras muestras doradas documentadas** en un inventario ya sea en forma física o digital, el cual debe ser un documento vivo y actualizado según los procedimientos que dicte nuestra empresa para el correcto resguardo, identificación, mantenimiento y reemplazo de las mismas.

### **Inventario de Refacciones**

**No se puede concebir la Ingeniería de Prueba** sin un adecuado inventario de refacciones para los mantenimientos tanto preventivos como correctivos.

Por ello cada vez que se ingresa un equipo nuevo comprado o recibido por algún cliente a nuestra empresa, éste debe ser revisado en su funcionamiento como ya mencionamos anteriormente, realizarse la aceptación de equipo y definir la lista de refacciones críticas, las cuales deberán ser contempladas para su compra periódica.

Este inventario de refacciones, es de esperar que contenga toda la información básica de cada refacción, como:

- Número de parte
- Descripción
- Fabricante
- Proveedor y número de parte de proveedor
- Tiempo de llegada (deseable)
- Cantidad actual en inventario
- Cantidad mínima y máxima requerida (dato que nos darán los registros de mantenimientos)

El correcto mantenimiento a este inventario, altas, bajas y cambios, **será la clave para evitar muy buenos dolores de cabeza**, llamadas de atención, paros de líneas y pérdidas económicas a tu empresa.

Sé proactivo en esta actividad y evita parecer un inexperto al no contar con dicho inventario y darte cuenta de que no cuentas con la refacción en el preciso momento en que uno de tus equipos sufre un daño.

Ojo, existen refacciones que son muy caras, recuerda que también es caro tener el dinero parado, en base a los mantenimientos el ingeniero de prueba debe revisar que refacciones son las que más se consumen para así planear la compra acorde a ello.

### 3. Control de Mantenimientos y Calibraciones

El tema de los mantenimientos preventivos es uno de los más importantes que **todo ingeniero de prueba debe llevar diligentemente** porque son los que le evitarán entrar en el modo bombero, es decir, estar sólo apagando fuegos.

Administración de la correcta ejecución de los mantenimientos y sus registros es por ello primordial.

Una vez que recibimos un equipo nuevo ya sea por compra o llegada de un cliente nuevo a nuestra empresa, debemos proceder a identificarlo, hacer su aceptación y darlo de alta, en nuestro sistema junto con la lista de refacciones críticas que habrá que procurar para dichos mantenimientos.

Todo plan de mantenimiento debe constar de lo siguiente:

#### **Calendario de Mantenimiento de Nuestros Equipos**

Registro o formato para evidencia de mantenimientos junto con un checklist de tareas ejecutadas o revisadas en el mismo y algo muy importante, el registro de las partes que han sido reemplazadas, esta última información es clave para descubrir nuevas partes de reemplazo no consideradas en la lista de refacciones críticas o para definir el mínimo necesario y la frecuencia de cambio.

También es normal que nuestros equipos requieran el llenado de un checklist básico de seguridad y **LOTO (Lock Out, Tag Out)** para etiquetado de equipos cuando damos un mantenimiento preventivo y/o correctivo.

### **Lecciones Aprendidas de los Mantenimientos para Mejora**

Recuerda **lo peor que puede vivir un ingeniero de prueba** es ver uno de sus equipos caídos y ni siquiera tener idea de si se tiene o no la parte de reemplazo o tener la idea y no haberse anticipado a su compra. Este tipo de situaciones simplemente te harán ver como todo un inexperto en el área.

### **Resguardo Correcto de las Evidencias de Mantenimientos**

Todo mantenimiento debe dejar como evidencia del mismo un registro propiamente llenado con el nombre de la persona que lo hizo, los hallazgos o partes que hayan sido cambiadas o el estado en que se han encontrado. Estas evidencias deben ser resguardadas en su forma física o digital por un periodo de tiempo definido por cada empresa para las auditorias ISO.

## Calibraciones

Otro tema igualmente importante y crítico, como ya lo hemos mencionado, es el control del calendario de calibraciones de todos los equipos de prueba que lo requieran, para ello todo equipo nuevo comprado o recibido por un cliente que requiera calibración, debe ser recibido con su certificado, el cual una copia debe ser resguardada por el ingeniero de prueba y el original entregado al departamento de calibraciones de la empresa.

**El correcto seguimiento a dicho calendario**, evitará primero que estemos utilizando equipo de medición con calibraciones vencidas, poniendo en enorme riesgo el producto del cliente, la calidad y por último tener enormes problemas en las auditorías internas o externas a la empresa, sin mencionar algún posible problema legal relacionado incluso con demandas hacia la empresa, por lo que **no podemos pasar de largo este tema sumamente crítico.**

## **Estudios R&R**

Otro calendario muy importante a mantener es el relacionado con los estudios R&R que se deben realizar a todos nuestros equipos de prueba con la periodicidad requerida por nuestros clientes o la misma empresa y/o por el equipo mismo en base a recomendaciones del fabricante. La importancia de este aspecto ya ha sido mencionada en este libro anteriormente, por ello debemos poner suma atención y cuidado.

## **4. Control de Cambios de Ingeniería**

Ningún diseño es final y todo diseño es susceptible a mejoras continuas, es por ello que todos los días veremos los conocidos como Cambios de ingeniería, que pueden ser mejoras al diseño de hardware, mecánico o electrónico, cambios de software, o cambios en procesos de ensamble o de pruebas.

Para ello todo cliente genera el cambio y lo comunica a nuestra empresa, este cambio se nos comunica por algún medio interno o en alguna junta de cambios, donde debemos registrar si habrá algún impacto o no, ya sea económico, en tiempos, en entregas, etc. Firmarlo y aplicarlo en físico en

piso de producción cuando se nos dé la indicación basado en lotes de producción y /o fecha de implementación.

Todo ingeniero de prueba debe dar un seguimiento puntual a estos cambios, ya que como lo mencionamos arriba, el no hacerlo, puede poner en serios problemas de calidad al producto manufacturado, como al cliente con sus clientes finales, lo cual podría incluso con llevar demandas y/o hasta la pérdida de un cliente a nuestra empresa.

**Debemos evitar a toda costa parecer novatos en este aspecto.**

## **5.Control de Seguridad de Equipos de Prueba**

No cabe duda que **un aspecto muy importante es el de la seguridad de todos nosotros, en nuestro día a día**, y esto incluye a todo nuestro personal y a todos los colaboradores operativos de nuestros equipos en piso de producción, en cuartos de herramientas y en nuestros mantenimientos preventivos y correctivos.

De 2018 hacia adelante, se empezó a ver un despliegue mucho mayor sobre de este tema de seguridad en las empresas de manufactura, poniendo **mucho más énfasis en la seguridad personal de todos los empleados.**

Se implementaron muchísimas más campañas de comunicación para crear consciencia en los empleados, de que la seguridad es un tema de todos y no sólo de las empresas.

Conocer que son y cuál es la diferencia entre actos inseguros y condiciones inseguras, aprender sobre qué es y cómo utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) **es fundamental y primordial** para que todos los empleados regresemos sanos y salvos a casa.

Ahora bien, en nuestro caso particular de este pilar, nos toca hablar del **aseguramiento de que nuestros equipos de prueba presenten condiciones seguras al operarlo.**

Por ello debemos revisar este tema desde que recibimos un equipo, ya que es un hecho, que los diseñadores de equipos, tienen algo descuidado este tema, y muchas veces nos toca a nosotros implementar medidas hasta ya que recibimos el equipo.

**El ingeniero de prueba debe levantar un estudio de seguridad** y revisar todos estos aspectos y riesgos en cuanto a energías que utiliza nuestro equipo, así como mecanismos en base a pistones, conveyors, cadenas, puertas o sistemas que por su naturaleza, pudieran provocar algún atrapamiento de alguna extremidad del operador.

Aquí es donde entra el tema de implementar todo tipo de Poka-Yokes que impidan de alguna forma un accidente, el uso de mandos bi-manuales es algo casi obligatorio.

**Las empresas y nosotros mismos como empleados, hemos entendido que**, es mucho más “barato” para una empresa, el implementar todo tipo de medidas de seguridad, que tener accidentes en nuestros centros de trabajo, donde más allá de las pérdidas económicas, en aspectos como seguridad social, la pérdida de extremidades y/o la vida de una persona es algo que es invaluable y hoy por hoy, algo que evitar a toda costa.

**Todos nuestros colaboradores, y nosotros mismos debemos entender a cabalidad** el tema de **LOTO (Lock out, Tag out)** en nuestros equipos al realizar algún mantenimiento preventivo o correctivo.

## 6.Administración de Personal

El tema de la administración de personal involucra varios niveles como personal, socio culturales, géneros, ideologías y costumbres, por eso es de vital importancia tener sumo tacto en este aspecto.

### Administración de Contrataciones

Cómo ya lo hemos mencionado arriba, **el ingeniero de prueba es responsable de contratar a todo el personal necesario para el departamento**, llámese ingenieros, técnicos de soporte, diagnósticos de falla, reparadores, inspectores de falla y becarios cuando así se requieran.

Para esto es **necesario**, desde **revisar** con administradores del proyecto **la demanda de personal** y cuanto personal lo está pagando el proyecto, el meter la requisición de personal, dar seguimiento a todo el proceso de entrevistas y una vez

contratado, encaminar hacia los programas de entrenamiento y capacitación del personal.

### **Administración de Soporte a Producción**

El ingeniero de prueba es el responsable, basado en los planes de producción, de distribuir al personal según convenga, asignando recursos a cada turno para cubrir las necesidades de manufactura.

### **Administración de Tiempo Extra**

Cuando así lo requieran las necesidades de manufactura será necesario, asignar personal para cubrir soporte de prueba en tiempos extras, revisando con su personal disponibilidades.

### **Administración de Eventos Específicos**

Durante cada semana de trabajo, pueden presentarse eventos extraordinarios como cobertura de personal que toma vacaciones, entrenamientos o tiene algún contratiempo de tipo médico personal o familiar, apagado y/o encendido de equipos, por lo cual se hace necesaria la asignación de recursos para cubrir estos eventos.

De tanto en tanto pueden surgir eventos extraordinarios como tareas de limpieza 5s, realizar inventarios de refacciones, de unidades Golden, estudios R&R, contacto con proveedores, recepción de refacciones, mejoras en el área, así como mantenimientos correctivos, para los cuales es preciso asignar personal, utilizando el mejor criterio para que dichas tareas queden equilibradas entre el personal.

### **Administración de Personal Para Mantenimientos**

La administración de personal para efectos de mantenimiento es otro aspecto importante al que se debe poner mucha atención, ya sea que se definan roles de mantenimiento para una sola persona los haga o que se distribuyan equitativamente entre todo el personal de soporte técnico, revisando cuales mantenimiento pueden completarse en tiempo ordinario y cuales deberán cubrirse en otro turno, normalmente con tiempo extra.

### **Administración de Temas Personales de Empleados**

La administración de todo tipo de temas personales de nuestros colaboradores también es una responsabilidad de nosotros, temas escolares, temas de conducta o comportamientos no deseados, reconocimiento de empleados entre otros.

## 7. Entrenamiento de Personal

**Este punto, como ya lo mencionamos arriba es uno de los más críticos** y es uno de los que tampoco podemos prescindir si no queremos estar en modo “bombero” todo el tiempo.

Aunque cuesta trabajo concebirlo por muchos ingenieros, sobre todo recién egresados o recién ascendidos, **el trabajo de un ingeniero de prueba es 10% en el piso de producción y 90% en el escritorio**, tomando el control de los 7 pilares de la ingeniería de prueba. Los porcentajes pueden variar un poco, pero es más o menos en esta proporción, por lo que los puntos a considerar serían:

Creación de guías, ayudas visuales, instrucciones de trabajo para entrenar a nuestro personal, impartiendo todo tipo de entrenamientos en piso de producción, en salas de entrenamiento o con curso a tomar directo en la computadora.

Seguimiento al **Plan de Desarrollo Personal (PDP)** de cada uno de nuestros colaboradores. Este punto es crítico ya que cada cabeza es un mundo, y es nuestra obligación conocer los intereses y motivaciones de cada uno de ellos para poder darle seguimiento en específico.

Nuestra responsabilidad también es ir involucrando a nuestro personal en el desarrollo y documentación de todos estos procedimientos para que este entrenamiento sea la escuela para todo recién ingresado, evitando el tener que repetir constantemente a cada colaborador.

### **Administración de Entrenamientos**

Este es un aspecto muy importante a llevar a cabo por el ingeniero de pruebas, **ya que de esto depende de que nuestro personal logre la capacitación requerida** para que puedan llevar a cabo sus tareas y responsabilidades requeridas.

En toda empresa existen entrenamiento núcleo, requeridos por todos los empleados y niveles, que se deben tomar prácticamente durante toda la vida en la empresa.

Por un lado, existen entrenamientos sobre procedimientos o metodologías específicos, que

normalmente son documentados por el personal de ingeniería del departamento, ya sea a nivel proyecto o a nivel funcional de prueba sobre las diversas plataformas necesarias para el control de los métricos de pruebas.

En resumen, este es uno de los aspectos más importantes que debemos de cuidar, para que nuestro personal siga escalando en su escalera de desarrollo, y por ello es muy importante revisar y dar seguimiento a los Planes de Desarrollo Personal de cada empleado, revisando en las sesiones Cara a Cara de las evaluaciones que se llevan de tanto en tanto, las metas alcanzadas en métricos como el crecimiento de nuestras competencias en las habilidades blandas.

Hasta aquí hemos llegado con este breve libro, **adelántate siempre a los hechos, no esperes a que sucedan para actuar**, si tu empresa no tiene un diagrama de flujo sobre cómo actuar en cada evento o problema, haz tu mismo tus diagramas o flujos de proceso y documéntalos.

**Crea tus propias metodologías internas y entrénate a ti mismo y a tu personal** sobre cómo seguirlas y verás como todo esto se traducirá en menores llamadas a línea de producción, menores dolores de cabeza, menores frustraciones y/o menores llamadas telefónicas cuando hayas terminado tu jornada diaria.

Todos los ingenieros de prueba tenemos la obligación de documentar nuestros procedimientos, de seguir procedimientos ya documentados y/o mejorarlos o crearlos cuando así se requiera, seguir las metodologías establecidas, o instrucciones documentadas, en lo que se conoce como trabajo estándar, sin tener que estar inventando el hilo negro o tener que estar preguntando a todo mundo como debe realizarse una actividad, **la opción de ser mejores depende de lo que queramos en la vida.**

Por supuesto **las arriba mencionadas actividades no son las únicas con las que un ingeniero de prueba se enfrenta todos los días**, hay muchísimas más, que pueden variar de empresa a empresa, y es ahí donde entran nuestras capacidades de liderazgo y delegación de actividades, entrenar a nuestro personal sobre las actividades básicas nos ayudará a sobrellevar mucho mejor nuestro día a día.

Espero que esta pequeña guía sea de utilidad para ti, recuerda todos tenemos la libre opción de seguir métodos ya recorridos por otros o de crear lo que haga falta simplemente tratar de reinventar la rueda de nuevo.

La clave es seguirlos con disciplina para que tu carrera como ingeniero de prueba sea de lo más placentera, disfrutes el mayor tiempo con tu familia y logres todas las metas que te propongas, poniendo en alto el nombre de tu familia y de tu país.

*En hora buena!*

*Héctor Jayat/Ingeniero de prueba*

## GLOSARIO DE TERMINOLOGIA UTILIZADA

AOI, automatic Optical Inspección, Inspección óptica automática

SMT, Superficial Mounting Technology, Tecnología de Montaje Superficial

BGA, Ball Grid Array, arreglo de rejilla de bolas

ICT, In-circuit Test, Prueba En-Circuito

PCB, Printed Circuito Board, Tarjeta de Circuito Impreso

ISO, International Standard Operation, Estandar de Operación Internacional

R&R, Repeatability and Reproducibility, Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad

FPY, First Pass Yield, Rendimiento de primera pasada

MTBF, Mean Time Between Failure, Tiempo Medio Entre Fallas

WIP, Work In Progress, Trabajo en Progreso

LOTO, Lock Out, Tag Out, Candadear, Etiquetar en temas de seguridad

EHS, Environment, Health And Security, Medioambiente, Salud y Seguridad

CPK, Process Capability Index, Indice de Capacidad de Proceso

## CONTACTO CON AUTOR

Si deseas ponerte en contacto en el autor, puedes hacerlo por cualquiera de estos medios.

Héctor Jayat

Ingeniero de prueba

[Hejaes2009@gmail.com](mailto:Hejaes2009@gmail.com)

[LINKEDIN](#)



