

CMC MÉXICO 2026



Sesión **TOOLBOX**

1



TOOLBOX SESIÓN 21



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

19^a
EDICIÓN



RCA con apoyo de IA

Analizar mejor. Validar en campo. Decidir con evidencia.

Una sesión práctica para fortalecer el Análisis de Causa Raíz usando IA como apoyo metodológico.

Rodrigo Eduardo Sánchez

Speaker | CEO MIC & VIS | RCA Expert

Excelencia Operacional | WCM/TPM | Mantenimiento Industrial | Tecnologías Inmersivas para la industria.

2

Metodología del ejercicio

Aprenderemos haciendo un RCA realista, paso a paso.



Cómo trabajaremos:

1. Recibiremos el contexto de una avería industrial.
2. Resolveremos cada paso primero de forma manual.
3. Luego ejecutaremos el prompt correspondiente con IA.
4. Compararemos ambos resultados.
5. Validaremos qué información debe confirmarse en campo.
6. Cerraremos con aprendizajes sobre profundidad, tiempo y calidad del análisis.



Secuencia del ejercicio:

Momento de la actividad

1. Contexto del problema
2. Formato manual Paso 1 - **Descripción del problema**
3. Prompt IA Paso 1
4. Formato manual Paso 2 - **Entendimiento del problema**
5. Prompt IA Paso 2
6. Formato manual Paso 3 - **Análisis del problema**
7. Prompt IA Paso 3
8. Comparación y conclusiones

Paso 1 – Descripción del problema

Herramienta: 5W2H

Antes de buscar causas, debemos describir bien el fenómeno.

El **5W2H** ayuda a organizar los hechos principales del problema sin saltar a conclusiones.

Elemento	Pregunta guía	Respuesta
What	¿Qué ocurre?	
When	¿Cuándo ocurre?	
Where	¿Dónde ocurre?	
Which	¿Qué patrón se observa?	
Who	¿Quién detecta o está relacionado?	
How	¿Cómo debería funcionar?	
How many / How much	¿Cuál es el impacto?	



En este paso no se proponen causas ni soluciones. Solo se describe el problema con hechos.

Paso 2 – Entendimiento del problema

Herramienta: 5 Gen

Ahora entendemos el problema desde la realidad del proceso.

Los **5 Gen** nos ayudan a conectar el fenómeno con condiciones reales, físicas, medibles y verificables.

5 Gen	Enfoque	Qué revisar
Genba	Lugar real	Dónde ocurre físicamente
Genbutsu	Objeto real	Máquina, componente, producto o material
Genjitsu	Hechos reales	Datos, mediciones, registros, alarmas
Genri	Principios	Cómo debería funcionar técnicamente
Gensoku	Estándares	Parámetros, límites, procedimientos

Formato de verificación:

No.	Ítem a verificar	Nominal / esperado	Valor real	Estado
1				OK / NOK
2				OK / NOK
3				OK / NOK



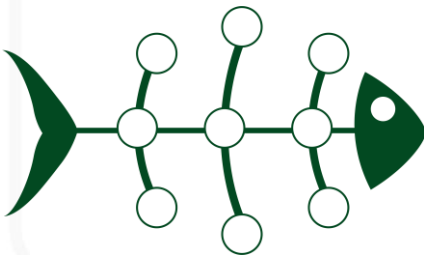
Solo lo verificado con evidencia puede clasificarse como **OK** o **NOK**.

Paso 3 – Análisis del problema

Herramienta: Ishikawa / Causa - efecto

El **Ishikawa** amplía las hipótesis posibles.

Aquí todavía no hablamos de causa raíz. Hablamos de hipótesis que deben validarse en campo.



Categoría 6M	Hipótesis posible	Cómo validarla	Estado
Mano de obra			Pendiente
Método			Pendiente
Máquina			Pendiente
Materiales			Pendiente
Medición			Pendiente
Medio ambiente			Pendiente



Una hipótesis no es una causa confirmada. Debe comprobarse.

Paso 3 – Análisis del problema

Herramienta: 5 Why

Profundizamos solo las hipótesis validadas.

Los **5 Porqués** ayudan a pasar del síntoma a una causa controlable y verificable.

Nivel	Pregunta causal	Respuesta / causa	Evidencia	Estado
1	¿Por qué ocurre?			
2	¿Por qué?			
3	¿Por qué?			
4	¿Por qué?			
5	¿Por qué?			



No se trata de llenar cinco líneas. Se trata de llegar a una causa que explique el problema y pueda ser controlada.



CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DE IA

La IA ayuda, pero no reemplaza el criterio técnico.

La IA puede organizar información, proponer preguntas, ampliar verificaciones y formular hipótesis. Pero la evidencia debe confirmarse en campo.



Verdades

- La IA puede acelerar la estructuración del análisis.
- La IA ayuda a no olvidar variables importantes.
- La IA puede mejorar la calidad de las preguntas.
- La IA permite comparar el análisis manual contra una segunda mirada técnica.



Mitos

- “La IA encuentra sola la causa raíz.”
Falso: la causa debe validarse con evidencia.
- “Si la IA lo dice, es correcto.”
Falso: puede cometer errores o asumir datos.
- “La IA reemplaza al experto.”
Falso: el experto interpreta, valida y decide.
- “No se necesita ir a campo.”
Falso: sin Genba no hay RCA sólido.



Cómo usaremos la IA en el Toolbox:

- Usaremos prompts estructurados
- Cada persona podrá ejecutar los prompts.
- Los prompts pueden usarse en diferentes motores de IA.
- MIC ha creado un desarrollo para ejecutar estos prompts en tiempo real.
- Primero se diligencia el formato manual.
- Después se ejecuta el prompt del mismo paso.
- El resultado se compara, se ajusta y se valida.

Contexto del problema

Caso industrial: falla aleatoria de sellado en máquina empacadora.



Equipo

Máquina envasadora vertical tipo flowpack, usada para empacar productos de confitería en bolsas individuales termoselladas.

Principio básico de funcionamiento

La máquina forma una bolsa a partir de una lámina flexible, dosifica el producto, realiza el sellado longitudinal, efectúa el sellado transversal, corta el empaque y descarga la unidad terminada.

El sellado depende de una combinación estable de:

- Temperatura de mordazas.
- Presión de sellado.
- Tiempo de contacto.
- Velocidad de máquina.
- Tensión y centrado de la película.
- Limpieza de las superficies de sellado.
- Condición del material de empaque.
- Sincronización entre dosificación, arrastre y corte.

SITUACIÓN REPORTADA



Durante los últimos tres turnos, la línea ha presentado defectos aleatorios de sellado en bolsas de caramelos blandos. El defecto aparece varias veces por turno, sin detener completamente la máquina, pero genera rechazo de producto y reproceso.



Los operadores indican que “la máquina está trabajando normal”, pero Calidad ha detectado bolsas con sellado débil, micro aperturas y algunas unidades con fuga de aire después de la prueba manual de presión.



El problema parece aumentar cuando la máquina trabaja a mayor velocidad, pero no ocurre en todos los paquetes. En algunos momentos se observa ligera presencia de azúcar fino cerca de la zona de sellado, aunque no siempre coincide con el defecto. También se reportó un cambio reciente de lote de película, una limpieza rápida realizada durante el turno anterior y un ajuste menor de temperatura hecho por operación para “mejorar el sello”.

Información adicional

- **Producto:** caramelo blando envuelto en bolsa individual.
- **Línea:** Empaque 3.
- **Máquina:** Empacadora vertical tipo flowpack.
- **Velocidad nominal:** 80 paquetes/min.
- **Velocidad actual:** entre 78 y 82 paquetes/min.
- **Temperatura nominal de sellado transversal:** 138 °C a 142 °C.
- **Temperatura observada en HMI:** 141 °C.
- **Presión nominal de mordazas:** 5,5 bar.
- **Presión observada en manómetro:** variable entre 4,7 y 5,1 bar.
- **Lote de película** cambiado hace 6 horas.
- **Rechazo promedio normal:** 0,8 %.
- **Rechazo actual:** entre 4,5 % y 6,2 %.
- El defecto se concentra más en **sellado transversal**.
- **No hay alarma** activa en PLC.
- **Mantenimiento preventivo** programado hace 12 días.
- Operador con **experiencia media** en la línea.
- **No se ha cambiado receta oficialmente.**
- Calidad solicita detener la recurrencia antes del siguiente lote exportación.

Prompt # 1 Paso 1 – Descripción del problema

Objetivo: construir una descripción objetiva del fenómeno usando 5W2H.



Prompt para
ejecutar

Actúa como facilitador experto en Análisis de Causa Raíz y especialista senior en mantenimiento y procesos industriales.

OBJETIVO:

Ayúdame a construir una descripción objetiva, específica y verificable del problema mediante 5W2H.

En esta etapa NO debes proponer causas, hipótesis ni soluciones. Tu función es únicamente describir el fenómeno con hechos.

INSTRUCCIONES:

1. Realiza las preguntas de 5W2H una por una.
2. Si una respuesta es ambigua, formula una pregunta corta de precisión.
3. No conviertas "Who" en búsqueda de culpables.
4. Al final genera:
 - A. Tabla "Resumen 5W2H".
 - B. Párrafo "Descripción del problema".
 - C. Información pendiente, si aplica.

PREGUNTAS:

WHAT – ¿Qué ocurre?
WHEN – ¿Cuándo ocurre?
WHERE – ¿Dónde ocurre?
WHICH – ¿Qué patrón se observa?
WHO – ¿Quién detecta o está relacionado?
HOW – ¿Cómo debería funcionar?
HOW MANY / HOW MUCH – ¿Cuál es el impacto?



Escanea para consultar
documentación técnica



Código QR: Descargar manuales de la máquina / información técnica del caso.

Prompt # 2 Paso 2 – Entendimiento del problema

Objetivo: convertir la descripción del problema en verificaciones de campo.



Prompt para
ejecutar

Continúa actuando como facilitador experto en RCA y especialista senior en mantenimiento y procesos industriales.

CONTEXTO:

Conserva íntegramente la Descripción del problema del Paso 1 como contexto maestro.

OBJETIVO:

Aplicar 5 Gen para transformar la descripción del problema y la evidencia disponible en un listado técnico de condiciones que deben verificarse en campo.

ENFOQUE 5 GEN:

GENBA – Lugar real.
GENBUTSU – Objeto real.
GENJITSU – Hechos reales.
GENRI – Principios técnicos.
GENSOKU – Reglas, estándares y valores nominales.

TAREA:

Genera 10 ítems de verificación, ordenados por prioridad técnica.

Para cada ítem indica:

1. Ítem de verificación.
2. Método de medición o verificación.
3. Valor nominal o criterio esperado.
4. Valor real.
5. Desviación.
6. Estado: OK, NOK o PENDIENTE.

REGLAS:

No inventes valores reales.
No declares NOK sin evidencia.
Diferencia entre hipótesis y condición verificable.



Tabla de recolección de información en campo

Valores para alimentar el 5 Gen

Ahora medimos y comparamos contra el estándar.

No.	Condición a verificar	Nominal / esperado	Valor capturado en planta	Estado
1	Temperatura mordaza transversal	138 - 142 °C	HMI 141 °C / pirómetro 132 - 135 °C	NOK
2	Presión neumática mordazas	5,5 bar ± 0,2	4,7 - 5,1 bar fluctuante	NOK
3	Tiempo de contacto de sellado	0,42 s	0,38 s a velocidad alta	NOK
4	Velocidad de empaque	80 paquetes/min	82 paquetes/min en picos	NOK
5	Limpieza mordazas	Sin residuos	Azúcar fino y película adherida leve	NOK
6	Alineación de película	Centrada ± 1 mm	Desplazamiento lateral 2,5 mm intermitente	NOK
7	Lote de película	Según especificación	Lote nuevo, certificado pendiente	Pendiente
8	Espesor de película	32 micras ± 2	30 micras promedio	OK
9	Prueba de fuga	0 fugas en muestra estándar	7 fugas / 120 bolsas	NOK
10	Registro de ajustes	Sin cambios no autorizados	Ajuste manual de temperatura no documentado	NOK



El análisis mejora cuando la IA recibe datos reales y no percepciones generales.

Prompt # 3 Paso 3 – Ishikawa

Objetivo: generar hipótesis técnicas sobre los NOK confirmados.



Prompt para
ejecutar

Continúa actuando como facilitador experto en RCA y especialista senior en mantenimiento y procesos industriales.

CONTEXTO:
Mantén la Descripción del problema del Paso 1 como contexto maestro.
Usa el resultado del Paso 2.
Analiza exclusivamente el NOK seleccionado.

NOK SELECCIONADO:
[Insertar ítem NOK, método, nominal, valor real y desviación.]

OBJETIVO:
Generar hipótesis técnicas que puedan explicar por qué se presenta este NOK y que sean coherentes con el problema principal.

MÉTODO:
Utiliza Ishikawa con 6M:
1. Mano de obra
2. Método
3. Máquina
4. Materiales
5. Medición
6. Medio ambiente

INSTRUCCIONES:
Genera hipótesis específicas, técnicamente plausibles y validables en campo.
No presentes hipótesis como hechos.
Para cada hipótesis indica cómo validarla y qué evidencia permitiría confirmarla o descartarla.

FORMATO:
Categoría 6M | Hipótesis | Cómo validarla | Evidencia esperada | Estado

Tabla de validación de hipótesis en campo

Las hipótesis se confirman con evidencia, no con intuición.

Categoría	Hipótesis generada	Evidencia en campo	Estado
Máquina	La mordaza transversal no transfiere calor real suficiente	Pirómetro marca 132 - 135 °C aunque HMI indica 141 °C	Validada
Máquina	Fuga neumática reduce presión efectiva de cierre	Presión fluctúa 4,7 - 5,1 bar durante ciclo	Validada
Método	Ajuste de temperatura fue realizado sin estándar	Operador reporta ajuste manual no documentado	Validada
Materiales	Lote nuevo de película presenta variación térmica	Certificado pendiente, prueba comparativa no realizada	Pendiente
Medición	Sensor de temperatura no refleja temperatura real en mordaza	Diferencia HMI vs pirómetro mayor a 6 °C	Validada
Medio ambiente	Azúcar fino contamina zona de sellado	Residuos visibles en mordazas y guías	Validada
Mano de obra	Limpieza rápida no cubrió zona crítica de mordazas	Checklist no incluye inspección de cara de sellado	Validada



Solo las hipótesis validadas pasan a 5 Porqués.

Prompt # 4 Paso 4 – Acciones sobre las causas validadas

Objetivo: Proponer acciones que eliminen, controlen o mitiguen las causas



Prompt para
ejecutar

Continúa actuando como facilitador experto en Análisis de Causa Raíz (RCA), confiabilidad, mantenimiento y procesos industriales.

CONTEXTO OBLIGATORIO:

1. Mantén íntegramente la "Descripción del problema" del Paso 1 como contexto maestro.
2. Usa el NOK confirmado en el Paso 2 y el análisis Ishikawa desarrollado en el Paso 3.
3. Analiza exclusivamente UN NOK seleccionado.
4. Considera únicamente las hipótesis marcadas como "Validadas" y su evidencia de campo.
5. Mantén la trazabilidad:

Problema → NOK → hipótesis validada → acción.

OBJETIVO:

Proponer hasta 4 acciones que eliminen, controlen o mitiguen las causas o condiciones validadas relacionadas con el NOK, buscando evitar que el problema vuelva a presentarse.

INSTRUCCIONES:

- Propón acciones específicas, ejecutables y verificables.
- Prioriza acciones correctivas y preventivas sobre la causa.
- Utiliza contención solo cuando sea necesaria.
- Si falta evidencia, propone primero una validación técnica.
- Para cada acción define cómo comprobar su implementación y efectividad.
- No generes acciones genéricas ni soluciones sin justificación técnica.

Impacto de la IA en el RCA

La IA fortalece la disciplina del RCA, amplía el análisis y acelera la toma de decisiones.

Impacto esperado

Hasta 70 % más cobertura de variables durante el análisis.

50–65 % más rapidez en la generación y estructuración de hipótesis.

35–55 % mayor claridad en la trazabilidad entre problema, evidencia, hipótesis y causa.

20–35 % menos retrabajo durante el desarrollo del RCA.

25–40 % menor riesgo de definir acciones desconectadas de las causas identificadas.

Beneficios

Mayor profundidad en el análisis de causas.

Mejor conexión entre datos técnicos y validación en campo.

Menor riesgo de dejar variables críticas sin analizar.

Análisis más estandarizados entre personas y equipos.

Conclusión:

IA para ampliar y estructurar el análisis.

El criterio técnico y la evidencia en campo siguen tomando la decisión.



Conoce más sobre las
soluciones de RCA e
Inteligencia Artificial

IMPROVING
THE WAY THINGS ARE DONE

**MEJORAMIENTO
INTEGRAL
CONSULTORES**

19

Caso resuelto – Formatos Paso 1

Paso 1 – Descripción del problema / 5W2H

Elemento	Respuesta
What	Se presentan defectos aleatorios de sellado en bolsas de caramelos blandos, principalmente microaperturas y sellado débil.
When	Durante los últimos tres turnos, varias veces por turno, con mayor recurrencia a velocidad alta.
Where	Línea Empaque 3, empacadora vertical tipo flowpack, zona de sellado transversal.
Which	Mayor aparición en picos de velocidad, lote nuevo de película y después de limpieza rápida.
Who	Detectado por Calidad y reportado por operadores de línea. No se asocia a culpables.
How	La máquina debe formar, llenar, sellar, cortar y descargar bolsas herméticas, con temperatura, presión y tiempo de contacto estables.
How many / How much	Rechazo actual entre 4,5 % y 6,2 %, frente a rechazo normal de 0,8 %. 7 fugas en muestra de 120 bolsas.

Descripción del problema

En la Línea Empaque 3, la empacadora vertical tipo flowpack presenta defectos aleatorios y repetitivos de sellado transversal en bolsas de caramelos blandos, observados durante los últimos tres turnos. El fenómeno se manifiesta como sellado débil, microaperturas y fugas en pruebas de presión, con mayor recurrencia durante picos de velocidad y posterior al cambio de lote de película y limpieza rápida. El rechazo aumentó de un promedio normal de 0,8 % a valores entre 4,5 % y 6,2 %, afectando la calidad del producto y generando reproceso.

**MEJORAMIENTO
INTEGRAL
CONSULTORES**

20

Caso resuelto – Formatos Paso 2

Paso 2 – Entendimiento del problema / 5 Gen



No.	Ítem de verificación	Nominal	Valor real	Estado
1	Temperatura real en mordaza transversal	138 - 142 °C	132 - 135 °C	NOK
2	Presión neumática de cierre	5,5 bar $\pm$ 0,2	4,7 - 5,1 bar	NOK
3	Tiempo de contacto	0,42 s	0,38 s	NOK
4	Limpieza de mordazas	Sin residuos	Azúcar fino visible	NOK
5	Alineación de película	$\pm$ 1 mm	2,5 mm intermitente	NOK
6	Espesor de película	32 $\pm$ 2 micras	30 micras	OK
7	Certificado lote película	Disponible	Pendiente	Pendiente
8	Registro de cambios	Sin ajustes no autorizados	Ajuste no documentado	NOK



21

Caso resuelto – Formatos Paso 3

Paso 3 - Análisis del problema - Hipótesis validadas / Ishikawa



6M	Hipótesis	Evidencia	Estado
Máquina	La mordaza no está transfiriendo temperatura real suficiente.	Diferencia entre HMI y pirómetro.	Validada
Máquina	La presión de cierre es inestable por posible fuga neumática.	Presión fluctúa por debajo del nominal.	Validada
Método	El ajuste de temperatura fue modificado sin estándar.	Ajuste manual no documentado.	Validada
Medición	La lectura del HMI no representa la temperatura real de sellado.	HMI 141 °C vs pirómetro 132 - 135 °C.	Validada
Medio ambiente	Residuos de azúcar interfieren con la superficie de sellado.	Residuos visibles en mordazas.	Validada



22

Caso resuelto – Acciones sobre causas validadas



NOK– seleccionado:

Temperatura real de mordaza transversal fuera de rango: **132–135 °C vs. 138–142 °C.**

No.	Acción	Tipo	Responsable sugerido	Verificación
1	Limpiar mordazas y retirar residuos adheridos.	Contención	Operación / Mantenimiento	Cero residuos visibles
2	Verificar y calibrar sensor/HMI contra instrumento patrón.	Correctiva	Mantenimiento	Diferencia HMI vs pirómetro $\leq 2\text{ °C}$
3	Actualizar estándar de arranque incluyendo verificación de temperatura real y registro de ajustes.	Preventiva	Calidad / Producción	Checklist actualizado
4	Monitorear rechazo por sellado durante 5 turnos.	Efectividad	Producción / Calidad	Rechazo vuelve a $\leq 0,8\%$

Conclusión:

Las acciones atacan directamente las condiciones validadas y buscan eliminar la recurrencia del defecto de sellado.



23

Caso resuelto – Formatos Paso 3



Paso 3 – Análisis del problema / 5 Why – Herramienta de profundización COMPLEMENTARIA

Hipótesis seleccionada y validada:

La mordaza transversal no transfiere temperatura real suficiente al material de empaque.

Nivel	Pregunta	Respuesta / causa	Evidencia	Estado
1	¿Por qué el sello queda débil?	Porque la película no recibe calor efectivo suficiente.	Fugas y microaperturas.	Confirmada
2	¿Por qué no recibe calor suficiente?	Porque la temperatura real de mordaza está por debajo del rango requerido.	Pirómetro 132 – 135 °C.	Confirmada
3	¿Por qué la temperatura real está baja si el HMI marca 141 °C?	Porque existe diferencia entre la lectura del sensor y la temperatura real de contacto.	Diferencia HMI vs pirómetro.	Confirmada
4	¿Por qué existe esa diferencia?	Posible sensor descalibrado o mala transferencia térmica por suciedad/adherencia.	Residuos visibles y lectura inconsistente.	Confirmada parcial
5	¿Por qué no se detectó antes?	El estándar de inspección no exige comparar HMI contra temperatura real de mordaza.	Checklist incompleto.	Confirmada

Causa controlable identificada

El sistema de control e inspección no asegura la verificación periódica de la temperatura real de contacto en mordazas, permitiendo operar con una lectura HMI aparentemente correcta, pero con transferencia térmica insuficiente



24

Caso resuelto – Formatos Paso 3



Paso 3 – Análisis del problema / 5 Why – Herramienta de profundización **COMPLEMENTARIA**

Hipótesis seleccionada y validada:

La mordaza transversal no transfiere temperatura real suficiente al material de empaque.

Acciones propuestas

No.	Acción	Tipo	Responsable sugerido	Verificación
1	Limpiar mordazas y retirar residuos adheridos.	Contención	Operación / Mantenimiento	Cero residuos visibles
2	Verificar sensor y calibrar lectura de temperatura.	Correctiva	Mantenimiento	Diferencia HMI vs pirómetro ≤ 2 °C
3	Actualizar estándar de arranque incluyendo medición real con pirómetro.	Preventiva	Calidad / Producción	Checklist actualizado
4	Monitorear rechazo por sellado durante 5 turnos.	Efectividad	Producción / Calidad	Rechazo vuelve a ≤ 0,8 %



SESIÓN 21

ESCANEA EL CÓDIGO QR

RESPONDE UNA BREVE ENCUESTA

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD M É X I C O 19ª EDICIÓN

¡GRACIAS!

Rodrigo Eduardo Sánchez

gerencia@mejoraintegral.com