

# Reflow Tracker<sup>®</sup>

## Sistema General

MANUAL DE USUARIO

*para uso con*

**insight**  
software

Edición 3





A Fluke Company

# Reflow Tracker® Sistema General Manual de usuario

para uso con

**insight**  
software

Edición 3



*Datapaq® es el principal fabricante en el mundo de instrumentos de monitoreo de temperatura de procesos. La compañía mantiene su liderazgo mediante un continuo desarrollo de sus avanzados y sencillos de usar sistemas Tracker.*

#### **Europa y Asia**

Datapaq Ltd.  
Lothbury House, Cambridge Technopark  
Newmarket Road  
Cambridge CB5 8PB  
Reino Unido  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
Email [sales@datapaq.co.uk](mailto:sales@datapaq.co.uk)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

#### **Norte y Sud América**

Datapaq, Inc.  
3 Corporate Park Dr., Unit 1  
Derry  
NH 03038  
EE.UU.  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
Email [sales@datapaq.com](mailto:sales@datapaq.com)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

# ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

Para el uso seguro de equipo Datapaq, siempre:

- Siga todas las instrucciones suministradas.
- Observe cualquier señal de alerta mostrada en el equipo mismo.



Indica **riesgo potencial**.

En equipos de Datapaq, normalmente advierte de temperaturas altas, pero cuando vea este símbolo, consulte el manual para información adicional.



Advertencias de **altas temperaturas**.

Donde aparece este símbolo en el equipo de Datapaq, la superficie del equipo puede estar excesivamente caliente (o excesivamente fría) y puede causar quemaduras de piel.

© Datapaq Ltd., Cambridge, Reino Unido 2008

Todos los derechos reservados

Datapaq Ltd. no hace declaraciones y garantías de ninguna clase en absoluto con relación al contenido del mismo y rechaza específicamente cualquier garantía implícita de comerciabilidad o idoneidad para cualquier propósito particular. Datapaq Ltd. no será responsable por errores contenidos en este documento ni por daños incidentales o derivados en relación con el suministro, funcionamiento o uso del software Datapaq, hardware asociado o este material.

Datapaq Ltd. se reserva el derecho de revisar esta publicación de vez en cuando y realizar cambios al contenido del presente sin obligación de notificar a ninguna persona de dichos cambios o revisiones.

Datapaq y el logotipo de Datapaq y Oven Tracker son marcas registradas de Datapaq. Microsoft y Windows son marcas registradas de Microsoft Corporation.

Los manuales de usuario están disponibles en otros idiomas. Contacte con Datapaq para más detalles.

# CONTENIDO

## **7 *Introducción***

**8 Componentes del sistema**

## **9 *Hardware básico***

**9 Barreras térmicas**

**13 Sondas de termocupla**

## **17 *Corrida de un perfil de temperatura***

**18 Ubicación de sonda**

**19 Fijación de la sonda**

**22 Preparación del registrador**

**22 Instalación del registrador en la barrera térmica**

**23 Colocación del sistema en el horno**

**23 Retiro del horno y descarga de datos**

## **25 *Verificación de los perfiles de temperatura***

**25 Soldadura por reflujo**

**26 Soldadura por ola**

## **29 *Soldadura por ola***

**30 Ejecución del perfil de temperatura de soldadura por ola**

**33 Análisis de los perfiles de soldadura por ola**

## **35 *Control estadístico del proceso***

**35 Descripción general**

## **39 *Surveyor***

**39 Descripción general**

**41 Accesorios: Especificaciones y uso**

**43 Preparación para una evaluación de línea base o una corrida de perfil**

- 44** Corrida de una evaluación de línea base y Ajuste de tolerancias
- 45** Realización de una corrida de perfil
- 46** Tendencias y predicciones con SPC

#### **47** *Rapid Oven Setup*

- 47** Descripción general
- 49** Caracterización de horno
- 52** Configuración de PCB
- 57** El perfil objetivo
- 61** Predicciones
- 63** Predicción de fallas

#### **67** *Solución de problemas*

- 67** Verificación de sondas de termopar

# Introducción

Datapaq® Reflow Tracker® que incorpora el software Insight™ es un sistema completo para el monitoreo y análisis de los perfiles de temperatura de productos dentro de hornos de soldadura por reflujo y soldadura por ola. La potencia y flexibilidad del sistema la hacen una herramienta perfecta para monitorear las temperaturas de proceso, desde la puesta en servicio y la solución de problemas hasta la optimización de procesos, asegurando una calidad consistente del producto y una máxima eficiencia.

*Reflow Tracker es igualmente útil para otras aplicaciones de soldadura tales como fase vapor, hornos de curado y estaciones de reproceso.*

Las innovadoras técnicas de análisis ayudan a identificar los problemas, afinar el proceso y reducir los costos de operación. La opción de **telemetría** (cubierta por el manual específico suministrado con su registrador) permite un monitoreo completo de las temperaturas en tiempo real mientras una pieza de trabajo pasa realmente por el horno. El **Control estadístico del proceso** (SPC) permite un fácil análisis de los resultados de sus corridas de perfil en el tiempo, resaltando las tendencias en el rendimiento de su proceso y permitiendo la identificación y solución de los problemas potenciales antes de que se presenten.

La opción **Rapid Oven Setup** permite que los usuarios configuren sus hornos con rapidez y precisión para nuevos productos y/o nuevas formulaciones mediante la predicción de recetas que se usarán para alcanzar los perfiles de temperatura dados - y con la opción **Surveyor** usted puede comparar un perfil de referencia (evaluación de línea base) del rendimiento ideal de su horno contra un perfil que se ha obtenido posteriormente - por un operador relativamente no calificado - para verificar si el rendimiento del horno ha disminuido.

Las potentes capacidades para crear **informes** permiten al usuario generar impresiones personalizadas, incluyendo algunos o todos los resultados de los análisis o los datos de temperatura sin procesar.

Este manual contiene las siguientes secciones:

- Hardware básico (pág. 9) – Las barreras térmicas estándar del sistema y las sondas de termocupla, sus especificaciones y su cuidado y mantenimiento.
- Corrida de un perfil de temperatura (pág. 17) – Todas las etapas para la obtención de un perfil de temperatura desde un proceso de reflujo típico incluyendo la ubicación de las sondas.

- Verificación de los perfiles de temperatura (pág. 25) – Corrige fallas en el proceso de soldadura realizando cambios al perfil de temperatura.
- Soldadura por ola (pág. 29) – Usa el sistema Reflow Tracker en un proceso de soldadura por ola.
- Control estadístico del proceso (pág. 35) – Analiza los perfiles de temperatura en el tiempo, resaltando las tendencias e identificando problemas.
- Surveyor (pág. 39) – Establece una línea base para el rendimiento del horno con el propósito de evaluar las tendencias y verificar si ha disminuido.
- Rapid Oven Setup (pág. 47) – Configura el horno para un producto nuevo al predecir una receta para el horno.
- Solución de problemas (pág. 67) – Problemas de hardware.

Debe leer el manual específico suministrado con el registrador junto con este manual. Ofrece información sobre la operación del registrador, incluyendo:

- Instalación de Insight y establecimiento de la comunicación entre el registrador y la PC.
- Restablecimiento del registrador con nuevos parámetros de recolección de datos.
- Descarga de los datos recogidos a la PC.
- Uso de telemetría
- Solución de problemas del registrador.

Para mayores detalles sobre el uso del software Insight, consulte el sistema de Ayuda en pantalla disponible cuando se instala el software.

## Componentes del sistema

Un típico sistema Reflow Tracker comprende:

- Registrador de datos, con cable de comunicaciones y cargador; registrador con opción de radio telemetría que incluye transmisor interno.
- Manual de usuario del registrador de datos (específico para el modelo de registrador).
- Receptor (opción de radio telemetría solamente).
- Barrera térmica – para proteger el registrador durante su tiempo en el horno.
- Sondas de termocupla
- *Reflow Tracker sistema general manual del usuario.*
- Software Insight Reflow Tracker con Rapid Oven Setup y módulos Surveyor opcionales.

Se proporciona hardware adicional con Soldadura por ola (pág. 29), Surveyor (pág. 39) y el sistema Rapid Oven Setup (pág. 47).

# Hardware básico

El sistema estándar Reflow Tracker incluye uno o más de los siguientes componentes.

*Para uso del registrador de datos y para el hardware destinado a propósitos específicos, consulte la documentación proporcionada con el equipo.*

## Barreras térmicas

La barrera térmica proporciona la protección térmica y mecánica necesaria para que el registrador de datos sobreviva en el ambiente hostil del reflujo, la ola de soldadura, la fase vapor y los hornos de curado.

Hay disponibles una gama de barreras para adaptarse a diferentes registradores y propósitos. Más adelante encontrará las especificaciones de las barreras adecuadas para el registrador Datapaq Q18; estos utilizan aislamiento Microtherm para protección térmica primaria.

### ***Barreras para el Registrador Q18 DQ1860. 6 canales***

#### **TB2064 – Barrera térmica de baja altura**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	25	12	9	8	6
<b>Dimensiones</b>	Altura 20 mm	Ancho 133 mm	Longitud 210 mm	Peso 0.6 kg	

#### **TB2015 – La mayoría de procesos de soldadura por reflujo incluyendo procesos sin plomo**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	32	16	13	10	9
<b>Dimensiones</b>	Altura 25 mm	Ancho 133 mm	Longitud 210 mm	Peso 0.7 kg	

## TB2065 – Protección aumentada para uso frecuente o para procesos de larga duración

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	35	18	13	11	10
<b>Dimensiones</b>	Altura 29 mm	Ancho 133 mm	Longitud 210 mm	Peso 0.7 kg	



Parte de la gama de barreras térmicas Datapaq para el registrador Q18.

## Barreras para el Registrador Q18 DQ1862, 6 canales estrecho

### TB2020 – Barrera térmica de baja altura

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	25	13	10	8	7
<b>Dimensiones</b>	Altura 28 mm	Ancho 84 mm	Longitud 223 mm	Peso 0.5 kg	

## **TB2021 – La mayoría de procesos de soldadura por reflujo incluyendo procesos sin plomo**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	36	18	13	11	10
<b>Dimensiones</b>	Altura 35 mm	Ancho 84 mm	Longitud 223 mm	Peso 0.65 kg	

## ***Barreras para el Registrador Q18 DQ1861, 6 canales extra delgados***

Barreras angostas, adaptadas opcionalmente con una brida a cada lado para facilitar la ubicación en el riel de pines de un horno de reflujo.

## **TB2066 – Barrera térmica de baja altura**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	21	11	8	6	6
<b>Dimensiones</b>	Altura 20 mm	Ancho 88 mm	Longitud 334 mm	Peso 0.65 kg	

## **TB2067 – La mayoría de procesos de soldadura por reflujo incluyendo procesos sin plomo**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	28	15	11	10	8
<b>Dimensiones</b>	Altura 25 mm	Ancho 88 mm	Longitud 334 mm	Peso 0.75 kg	

## **TB2068 – Protección aumentada para uso frecuente o para procesos de larga duración**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	32	18	13	11	10
<b>Dimensiones</b>	Altura 29 mm	Ancho 88 mm	Longitud 334 mm	Peso 0.8 kg	

## **Barreras para el Registrador Q18 DQ1810. 10 canales**

Barreras angostas, adaptadas opcionalmente con una brida a cada lado para facilitar la ubicación en el riel de pines de un horno de reflujo.

### **TB2061 – Barrera térmica de baja altura**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	25	13	10	8	7
<b>Dimensiones</b>	Altura 28 mm	Ancho 88 mm	Longitud 258 mm	Peso 0.6 kg	

### **TB2062 – La mayoría de procesos de soldadura por reflujo incluyendo procesos sin plomo**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	300
<b>Duración (min)</b>	36	18	13	11	10
<b>Dimensiones</b>	Altura 35 mm	Ancho 88 mm	Longitud 258 mm	Peso 0.7 kg	

## **Barreras para el Registrador Q18 DQ1812. 12 canales**

Barreras angostas, adaptadas opcionalmente con una brida a cada lado para facilitar la ubicación en el riel de pines de un horno de reflujo.

### **TB2081 – Barrera térmica de baja altura**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	280
<b>Duración (min)</b>	25	13	10	8	7
<b>Dimensiones</b>	Altura 28 mm	Ancho 88 mm	Longitud 274 mm	Peso 0.6 kg	

### **TB2082 – La mayoría de procesos de soldadura por reflujo incluyendo procesos sin plomo**

<b>Temp °C</b>	100	150	200	250	300
<b>Duración (min)</b>	36	18	13	11	10
<b>Dimensiones</b>	Altura 35 mm	Ancho 88 mm	Longitud 274 mm	Peso 0.7 kg	

# Sondas de termocupla

Las sondas de termocupla utilizan el efecto Seebeck, por el cual se produce una f.e.m. en cualquier material conductor eléctrico que no esté a temperatura uniforme. El voltaje real medido es proporcional a la diferencia de temperatura entre las uniones fría y caliente de la termocupla (la unión caliente es la unión de medición, y la unión fría es la unión de la termocupla e instrumentación de medición).

La implementación práctica de termocuplas requiere electrónica sofisticada para eliminar potenciales errores de medición que incluyen pobre linealidad a través del rango de medición e inexactitud debida a las variaciones de temperatura en la unión fría. Para acomodar estos equipos electrónicos en el sistema de medición, debe simular una temperatura de 0°C en la unión fría, así como compensar cualquier no linealidad en el rango de la operación de la termocupla.

A través de los años, las termocuplas ‘estándar’ se han desarrollado usando materiales elegidos por su sensibilidad, linealidad (consistencia de sensibilidad en el rango de temperatura útil), precio y disponibilidad. Las normas actuales incluyen tipos K, N, R, S y T, y cada tipo se identifica por el color de su conector. La sonda de termocupla usada en la industria del reflujo es del tipo K.

Todos los sistemas Reflow Tracker cuentan con un juego de sondas de termocupla con aislamiento PTFE (parte N° PA0210). Otras sondas disponibles son:

- Sondas con aislamiento de fibra de vidrio para alta temperatura (PA0215).
- Alambre fino, para uso en grupos de cuadrículas de bolas (BGAs) (PA1683).
- Sondas especiales para paletas de soldadura por ola (PA1320, PA1321).

Todos cuentan con conectores verdes tipo K.

## Especificaciones de termocupla

Tipo de sonda	Rango de temperatura	Aislamiento de cable	Exactitud de sondas proporcionadas por Datapaq
K	-150°C a 1,370°C	Fibra de vidrio o PTFE	±1.1°C o ±0.4% a 0–1,250°C

La presencia de una sonda en el producto se agrega a la masa térmica del producto, cambiando – pero ligeramente – su velocidad de calentamiento y enfriamiento. Para minimizar la masa térmica de la sonda, y por lo tanto su efecto en el producto, las sondas tipo K suministradas con el sistema Reflow Tracker se fabrican con alambre de 0.2-mm.

## Aislamiento de termocupla

La temperatura práctica de operación de las sondas de la termocupla está limitada por las características de temperatura del material de aislamiento del cable.

Las sondas aisladas con **fibra de vidrio delgada**, impregnada con un aglomerante de resina de silicona, son apropiadas para uso a temperaturas de hasta 500°C en forma continua y 700°C en cortos períodos y **deben usarse si los cables de la sonda pudieran pasar muy cerca de los elementos de calentamiento infrarrojo**.

Las sondas aisladas con **PTFE** (politetrafluoro etileno)-son adecuadas para propósito general hasta temperaturas de 260°C. El PTFE es un material robusto, flexible, y antiadherente. Este es el aislamiento estándar para uso en hornos, aunque **no puede usarse cuando los cables de la sonda pueden estar cerca de los elementos de calentamiento, especialmente del tipo infrarrojo**.

### ADVERTENCIA

*PTFE no soporta combustión, pero se descompone sobre los 260°C produciendo pequeñas cantidades de humos tóxicos.*

Los productos importantes de la descomposición térmica del PTFE son:

A temperaturas mayores que	Producto
400°C	Ver nota*
430°C	Tetrafluoroetileno
440°C	Hexafluoropropileno
475°C	Perfluoroisobutileno
500°C	Fluoruro de carbonilo*, que en aire húmedo se convierte en gas de ácido fluorhídrico

\* También puede ser producido si la cinta de PTFE se mantiene a 400°C por un tiempo prolongado.

### Información sobre riesgos para la salud

- La inhalación de productos de descomposición del PTFE puede producir 'fiebre de humos de polímero', que tiene síntomas similares a la gripe.
- No hay riesgo de la ingestión o contacto con la piel.
- No hay condiciones médicas generalmente agravadas por exposición al PTFE.

## **Procedimientos de emergencia y primeros auxilios**

- Si hay contacto accidental con humos de PTFE, lleve a la persona afectada al aire libre.
- Deben usarse equipos de respiración independientes y ropa de protección al combatir el fuego.



# Corrida de un perfil de temperatura

Un perfil de temperatura puede adquirirse de dos maneras:

- **Sin telemetría** – Después de que el registrador y el producto se envían a través del horno, los datos son descargados del registrador en la PC para ser visualizados y analizados por el software Insight de Datapaq.
- **Usando telemetría** – Mientras el registrador reúne datos del producto dentro del horno, estos se transmiten directamente a la PC por una conexión cableada (**telemetría serie**) o por un radio transmisor/receptor (**radio telemetría**). Puede observarse el perfil de temperatura desarrollándose mientras sucede, es decir, en tiempo real. Vea su manual específico del registrador.

Este capítulo describe todas las etapas para obtener un perfil de temperatura para una PCB mientras se desplaza en el horno, sin telemetría – desde cómo y dónde colocar las sondas, hasta descargar los datos en el software, listos para ser analizados.

*Para ejecutar un perfil de temperatura en un horno de soldadura por ola, ver pág. 30.*

Antes de pasar su PCB y el registrador de datos a través del horno, usará el software Insight para reponer el registrador, es decir, para prepararlo para recibir datos recientes. Después de que el registrador se ha recuperado del horno, usará Insight nuevamente para descargar los datos del perfil y guardarlos a disco. Las etapas se desarrollan de la siguiente manera.

- Elija las ubicaciones y conecte las sondas de la termocupla.
- Configure la comunicación entre el registrador de datos y su PC (si todavía no se ha realizado para una corrida del perfil anterior).
- Reponga el registrador de datos de modo que esté preparado para recibir datos recientes; en el proceso de hacerlo usted también podrá establecer el intervalo de reunión de muestra y el método usado para disparar el inicio de la reunión de datos, y revisar el estado de la batería.
- Instale el registrador en su barrera térmica.
- Pase la PCB y el registrador/barrera a través del horno.
- Descargue los datos desde el registrador al software Insight.
- Si es necesario, fije la ubicación de inicio del horno dentro de los datos.

- Agregue cualquier información adicional que desee que se registren con los datos del perfil.

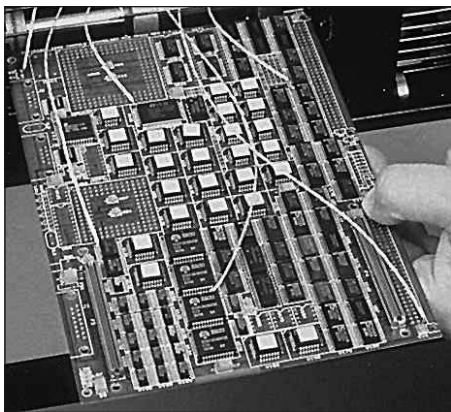
Después de esto, Insight puede usarse para analizar los datos del perfil como sea necesario.

## Ubicación de sonda

Sea cual fuere el método de calentamiento, la masa térmica de la PCB, sus pistas y los componentes conectados a ellas influyen significativamente sobre el tiempo tomado para que cada elemento físico alcance una temperatura dada. Por eso, la ubicación de las sondas es crucial para garantizar que todas las partes claves del PCB sigan un perfil de temperatura específico usualmente basado en los datos del fabricante de la pasta de soldadura.

### ***Consideraciones principales***

- Las superficies planas grandes absorben más calor y toman más tiempo en alcanzar las temperaturas de reflujo que las pistas angostas.
- Los encapsulados grandes Quad Flat Pack (QFP) y Ball Grid Array (BGA) absorben mucho calor; también son más susceptibles a daños por choque térmico que la mayor parte de los otros componentes.



*Sondas conectadas a la PCB y sus componentes.*

- Los dispositivos grandes de montaje en superficie pueden dar sombra a las pistas a las que están soldados.
- Los bordes de la PCB calientan más rápido que el centro.
- ¿Es uniforme la densidad de pistas? Si es así, el calentamiento puede ser más uniforme; si no, puede haber puntos localizados calientes y fríos.

- ¿La placa tiene dos caras? Si es así, puede tener que pasar dos veces por el horno: la parte inferior de la placa debe mantenerse debajo de las temperaturas de reflujo o puede perderse la soldabilidad, puede experimentarse la remoción de la capa de soldadura, y los componentes podrían desprenderse.
- ¿Es una placa multicapa? Si es así, es probable que tenga más cobre y por lo tanto requiera más calor, pero puede calentarse más uniformemente.

### **Típicas ubicaciones de sonda**

- Ubicaciones probables de alcanzar la tasa más rápida de aumento de temperatura, como en los bordes de la placa y/o ubicaciones de los componentes con baja masa térmica.
- Ubicaciones que tiene una alta masa térmica que pueden requerir tiempo adicional para alcanzar la temperatura de reflujo.
- Ubicaciones a la sombra de componentes grandes, como pistas debajo de grandes encapsulados tipo Quad Flat Pack (QFP) y Ball Grid Array (BGA) que pueden requerir tiempo adicional para alcanzar la temperatura de reflujo. Note que puede ser necesario que los cables salgan a la cara inferior de la PCB mediante un agujero.
- La cara inferior de placas de dos caras.
- Idealmente, para asegurar que la realización de perfiles es confiable y repetible, deben permanecer permanentemente conectadas muestras de prueba de cada tipo de PCB con termocuplas, específicamente para este propósito.

*Debido al secado y a ligeros cambios en color, las características térmicas de la muestra de prueba de la PCB tienen una tendencia a cambiar ligeramente cada vez que pasa a través del horno. Cualquier placa evidentemente decolorada debe descartarse y reemplazarse.*

### **Fijación de la sonda**

Es esencial un buen contacto térmico entre la sonda y el producto para reflejar exactamente la temperatura del producto. Un mal contacto térmico, en el mejor de los casos, disminuirá la velocidad a la que el producto calienta la sonda, y en el peor, evitará que la sonda alcance la temperatura del elemento en el que está montada.

*Las buenas prácticas en obtención de perfiles térmicos – especialmente en la conexión de sondas – se tratan en ‘A code of practice for thermal profiling of electronic assemblies’ del National Physical Laboratory (UK):*

*[www.npl.co.uk/ei/publications/codeofpractice.html](http://www.npl.co.uk/ei/publications/codeofpractice.html)*

*Vea también el informe NPL MATC(A) 50 ‘Thermal profiling of electronic assemblies’ (Perfiles térmicos de equipos electrónicos)*

*[http://libsvr.npl.co.uk/npl\\_web/search.htm](http://libsvr.npl.co.uk/npl_web/search.htm)*

## **Buenas prácticas**

- Asegure que las puntas de las sondas estén limpias antes de conectarlas a la PCB o a un componente.
- Fije las sondas a lo largo de su longitud para asegurar que permanezcan en su posición, que no puedan enredarse con elementos en el horno, que no hagan sombra térmica al producto, y que no experimenten excesivas temperaturas por estar muy juntas a los elementos del calentador.
- Use aislamiento de fibra de vidrio cuando los cables de las termocuplas estén cercanos a elementos de calentamiento infrarrojo o si experimentan temperaturas mayores de 260°C.

## **Métodos de fijación**

Los siguientes son los métodos principales.

### **Soldadura de alto punto de fusión**

- Da la mejor repetibilidad pero es difícil de realizar.
- Recomendada para fijación de metal-metal.

La soldadura de alto punto de fusión se usa para fijar las termocuplas a las piernas de los componentes y a las pistas de la PCB. Se funde a una temperatura mucho más alto que la temperatura de reflujo para asegurar que la termocupla permanezca en su lugar.

Para que funcione correctamente, debe quitarse cualquier soldadura de bajo punto de fusión, permitiendo que se aplique la soldadura de alto punto de fusión directamente al metal a ser unido. Use tan poca soldadura como sea posible, de la siguiente manera.

1. Quite cualquier soldadura de bajo punto de fusión. Limpie la termocupla y luego estáñela usando soldadura de alto punto de fusión. Limpie la pierna del componente o la pista de la PCB a la que estará fijada la termocupla. Estáñela usando soldadura de alto punto de fusión.
2. Suelde la termocupla en su posición, usando tan poca soldadura de alto

punto de fusión como sea necesaria para una unión satisfactoria. Asegúrese que el cable está tendido plano junto a la PCB.

### **Adhesivo para montaje en superficie (SMA)**

- Da buenos resultados.
- Mucho más sencillo de realizar que la soldadura, pero el adhesivo debe ser curado.

Los mejores resultados se obtienen de la siguiente manera.

1. Presente el cable de termocupla y sosténgalo en posición en la PCB con cinta de alta temperatura, asegurando que la punta de la termocupla haga buen contacto con la unión que debe medirse.
2. Coloque una pequeña gota de adhesivo SMA en la punta de la termocupla.
3. Siga las especificaciones del fabricante para asegurar el correcto curado del adhesivo: la mayoría de adhesivos SMA son curados por calor y esto puede lograrse pasando la PCB una vez a través del horno antes de la primera corrida de reunión de datos.

### **Cinta adhesiva de alta temperatura**

- Forma temporal de sostener los cables en posición en la PCB. Sólo para pruebas únicas.
- Si se usa en con una cinta de aluminio, forma un método razonable de fijación cuando no puede usarse la soldadura de alto punto de fusión o por adhesivo SMA.

La cinta de alta temperatura (Kapton) se recomienda como un medio de restringir los cables de termocuplas cuando pasan encima de la PCB (ver abajo) pero no para fijarlos al punto de medición. Sin embargo, la fijación se mejora usando cinta de aluminio autoadhesiva y deformándola para que se adapte alrededor de la punta de la termocupla; la cinta de alta temperatura colocada encima la sostendrá en su posición durante la corrida del perfil.

### **Restricción del cable**

Los cables de termocupla deben encaminados desde sus puntos de fijación a la parte posterior de la PCB para permitir que el registrador de datos siga a la PCB a través del horno.

1. Encamine las termocuplas desde sus puntos de fijación a la parte posterior de la PCB.
2. Fije los cables de termocupla a la PCB a intervalos, usando cinta de alta temperatura.

## Preparación del registrador

Si el registrador de datos se está conectando a una PC por primera vez, es necesario activar la comunicación entre ellos. Se debe restablecer el registrador antes de correr un perfil – usando el software Insight – para establecer los parámetros de recolección de datos (no es necesario si se van a cambiar los parámetros de la corrida anterior). Si existe alguna duda que la carga de batería del registrador sea adecuada para la corrida de perfil, también debe verificarlo usando el procedimiento de restablecimiento.

*Consulte los procedimientos en su manual específico del registrador o en el sistema de ayuda de Insight. Observe que desde su último uso, el registrador debe haberse enfriado debajo de los 35°C (se puede sostener cómodamente sin guantes).*

## Instalación del registrador en la barrera térmica

*Asegure que la barrera térmica se ha enfriado lo suficiente desde su último uso.*

1. Conecte las termocuplas en los enchufes numerados del registrador. Si está usando un archivo de proceso, asegure que los números de sonda/ enchufe en el registrador correspondan a aquellos usados para definir los números y ubicaciones en dicho archivo (vea el software Insight para una introducción a los archivos de proceso: presione la tecla de función F1, o seleccione Ayuda > Contenido desde la barra de menú, y haga clic en la sección ‘Archivos de proceso: Horno, Receta, Producto’).
2. Asegure que las superficies de contacto de la barrera estén limpias y sin daños. Es esencial un buen sello entre la barrera térmica y los cables de la termocupla si el registrador de datos debe ser protegido. Coloque el registrador en su lugar en la barrera, con los cables de la termocupla a través del material sellante para salir de la barrera en el espacio de recorte.
3. Si el modo de disparo es mediante el botón START, presione y mantenga



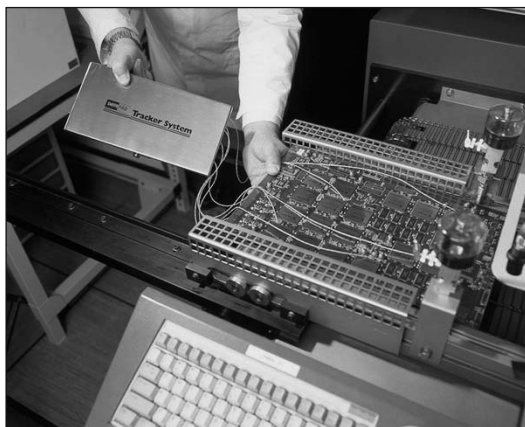
*Registrador colocado en su barrera térmica.*

presionado el botón START por 1 segundo hasta que el LED verde comience a destellar cada intervalo de muestra.

4. Cierre la tapa asegurándose que haga clic al cerrar.

## Colocación del sistema en el horno

1. Coloque la PCB con los instrumentos sobre el transportador del horno con los cables de termocupla hacia la parte posterior.



*Una PCB con instrumentos camino al horno (a la derecha), con el registrador de datos siguiendo detrás.*

2. Mientras la placa viaja hacia el horno, alimente los cables de termocupla cuidadosamente, asegurándose de que no se enreden en el horno.
3. Cargue el registrador y la barrera térmica en el transportador a cierta distancia detrás de la PCB para asegurar que sus masas térmicas no afecten el calentamiento ni el enfriamiento de la PCB.

## Retiro del horno y descarga de datos

### ADVERTENCIA

*La barrera térmica – y el registrador – estarán calientes. Use guantes de protección.*

Recupere el sistema del horno tan pronto termine la corrida. Abra la barrera y retire el registrador.

*Si no retira el registrador de datos de la barrera térmica caliente, se puede dañar el registrador.*

Colocar la barrera térmica sobre una superficie fría aumentará su velocidad de enfriamiento. Debe comprarse una barrera térmica adicional si no hay suficiente tiempo disponible para permitir que se enfríe entre corridas de prueba.

Si es necesario **detener manualmente la adquisición de datos**, presione y mantenga presionado el botón rojo STOP del registrador hasta que los LEDs de estado rojo y verde del registrador estén encendidos simultáneamente. Un LED de estado rojo que destella cada 5 segundos indica datos almacenados en el registrador pero aún no descargados a la PC.

Descargue los datos del registrador a la PC usando el software Insight. Consulte los procedimientos en su manual específico del registrador o en el sistema de ayuda de Insight (en la barra de menú de Insight, seleccione Ayuda > Contenido).

*Para características adicionales del **software Insight** – en particular sobre análisis de datos y el uso de archivos de proceso – consulte el sistema de ayuda en pantalla.*

# Verificación de los perfiles de temperatura

Estas notas no son una guía integral sobre la importancia de los perfiles de temperatura en el proceso de soldadura pero están diseñadas para destacar las fallas posibles asociadas con una forma de perfil inadecuada.

## Soldadura por reflujo

Las dos formas de perfil comunes usadas en la soldadura por reflujo son el perfil de Rampa, remoje y punta (RSS) y el perfil de Rampa a punta (RTS o perfil de rampa recta). El perfil RSS se desarrolló cuando el rendimiento del horno fue tal que se requirió un largo tiempo de permanencia para activar los componentes de diferentes masas térmicas para alcanzar la misma temperatura antes del pico para el reflujo de temperatura. Con las mejoras en el rendimiento del horno ha sido posible usar una subida constante en la temperatura al reflujo de temperatura; por lo general es mucho más fácil configurar este perfil RTS en el horno y evitar el doble choque térmico al que están expuestos los componentes pequeños cuando usan el perfil RSS.

Sin embargo, el uso de soldadura sin plomo requiere mayores temperaturas, y esto – combinado con la amplia gama de masa térmica de los componentes SMT modernos – significa que el perfil RSS sigue siendo con frecuencia, la mejor solución. De ser el caso, se debe configurar cuidadosamente el perfil de temperatura para garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la pasta de soldadura y de los aspectos de las especificaciones de los componentes relacionados con la soldadura.

Algunas fallas de soldadura que pueden ser causadas por perfiles de temperatura incorrectos se describen a continuación.

- **Soldadura incompleta** – Hay varias causas posibles, una de las cuales es la entrada insuficiente de energía de calor a la unión de la soldadura. Usualmente esto sería causado por la reducción de la temperatura antes de la zona de reflujo o por un tiempo demasiado corto sobre la temperatura de liquidus de la soldadura.
- **El efecto Tombstoning** (desplazamiento de puente o efecto Manhattan) – Durante la soldadura se levanta un componente sin plomo en un extremo, debido a la aplicación irregular en las dos terminaciones. Esto puede ser causado por muchos factores incluyendo el diseño del pad de PCB y la disposición del componente. Para ayudar a asegurar que los dos extremos del componente se suelden al mismo tiempo, se debe ajustar la forma del

perfil para minimizar la velocidad de calentamiento al alcanzar la temperatura de liquidus.

- **Mala alineación de los componentes de soldadura** – Esta es una manifestación menos severa de los problemas que causa el efecto tombstoning por lo que se pueden aplicar las mismas correcciones. Una elaboración cuidadosa del perfil, colocando muchas termocuplas en el área afectada, puede revelar gradientes de temperatura más grandes en esa área del conjunto. Esto puede aliviarse al pasar el conjunto del PCB a través del proceso con una orientación diferente.
- **Rajadura del componente/falla mecánica** – La falla relacionada con la rajadura o fractura de los pequeños componentes cerámicos puede ser causada si el cambio en la temperatura (calentamiento o enfriamiento) es demasiado rápido. Use el modo de análisis de Gradientes del software Insight para encontrar el gradiente máximo (gradiente de temperatura, °C/s) y compararlo con los límites fijados por el fabricante del componente; estos límites bien pueden ser diferentes de cualquier límite especificado por el proveedor de la pasta de soldadura.
- **Bolas/gotas de soldadura** – Causadas a menudo por los depósitos excesivos de pasta de soldadura y la liberación de gases cuando se calienta el producto. Puede mejorarse con la reducción de la tasa de subida de temperatura en la zona de la rampa.
- **Mala aplicación de soldadura en las uniones** – Si se cree que la causa está en el proceso térmico de los conjuntos, podría haber oxidación en los conductores y/o pads antes que la soldadura alcance el liquidus. Una posible corrección incluye la reducción del tiempo de permanencia en la parte media del perfil de temperatura o reducir las temperaturas en esta área.
- **Vacíos** – Los vacíos son causados generalmente por aire atrapado en ‘agujeros a través de la placa’ en el pad del componente o por la liberación de gases de los solventes dentro de la pasta de soldadura. Los cambios en el perfil de temperatura pueden mejorar esto: ya sea acortando el tiempo de soldadura o reduciendo la pendiente de la rampa.

## Soldadura por ola

El proceso de soldadura por ola (pág. 29) es bien comprendido y generalmente tiene una tolerancia más amplia que la soldadura por reflujo. A continuación se indican algunas de las fallas más comunes del proceso que pueden ser causadas por el perfil térmico. Usualmente podrá encontrar más información detallada en los sitios Web de los mayores proveedores de máquinas de soldadura por ola como Vitronics Soltec o Electrovert.

- **Flujo de soldadura insuficiente** – Ocurre cuando la soldadura no ha tenido tiempo suficiente para penetrar los agujeros alrededor de los conductores de los componentes. Hay numerosas causas posibles, pero

aquellas que están relacionadas con el perfil podrían ser la insuficiente activación del flujo debido a pobres temperaturas de precalentamiento o insuficiente tiempo de contacto con la ola. En cada caso, debe usarse el perfil para verificar las temperaturas y tiempos contra los valores recomendados. Para la zona de precalentamiento, se debe verificar las temperaturas en el producto real en el área donde se observa el problema ya que el tamaño y la ubicación del componente pueden afectar la temperatura alcanzada.

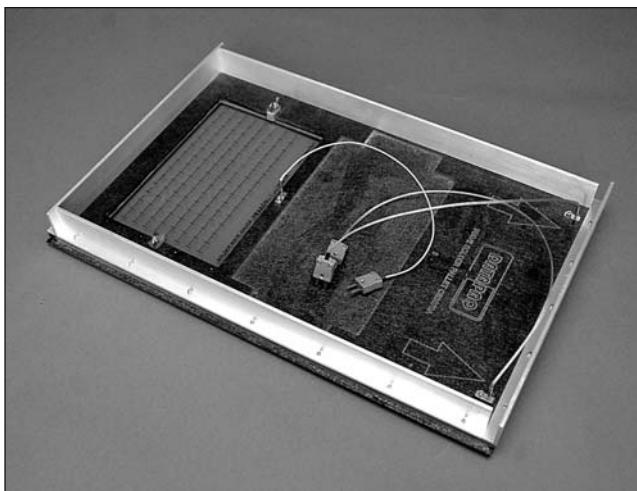
- **Bolas/gotas de soldadura** – Hay muchas causas posibles pero una relacionada al perfil térmico es la insuficiente activación del flujo. En este caso, se debe elevar la temperatura de precalentamiento para incrementar la activación de la pasta para cumplir con las recomendaciones del fabricante.
- **Rajadura del componente** – La causa más probable es el cambio de temperatura demasiado rápido cuando se desplaza de la zona de precalentamiento a la ola. Después de la ola, por lo general no se fuerza el enfriamiento por lo que aquí el gradiente de temperatura es menos severa.
- **Nueva fusión de uniones SMD del lado superior** – Si la soldadura en los componentes del lado superior se funde nuevamente durante posteriores soldaduras por ola, se comprometerá la calidad de las uniones de soldadura SMD. La solución es reducir la entrada de calor total a la PCB durante la soldadura, lo que puede involucrar la reducción de la temperatura de soldadura y el ajuste de la temperatura de precalentamiento.



# Soldadura por ola

El sistema Datapaq Tracker - y el software Insight - pueden usarse tanto con los hornos de reflujo y de soldadura por ola.

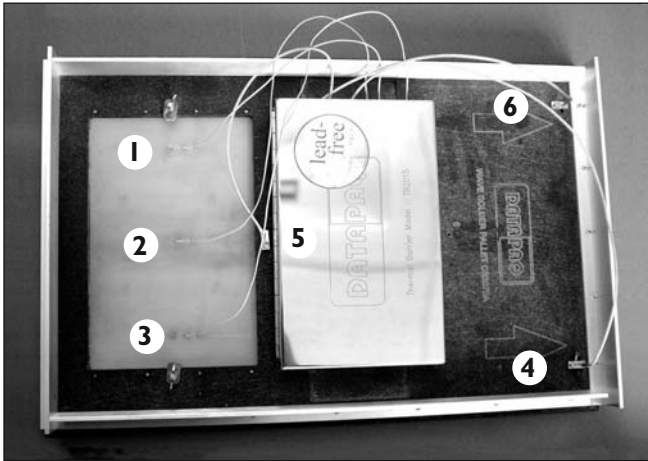
En el sistema de soldadura por ola, el registrador (en su barrera térmica) es montado en la cavidad central de la paleta plana (parte N° CS3070) que pasa a través del horno. Hay tres termocuplas fijas montadas en la paleta que miden las condiciones relativas a la ola de soldadura: la velocidad de línea del horno, la longitud de contacto de la soldadura por ola y el tiempo de contacto con la soldadura; estos datos son usados por Insight para el análisis del perfil de temperatura resultante. Dos de las termocuplas fijas están en la parte frontal del registrador (por lo que entran al horno primero) y una detrás de ellas, a la izquierda de la paleta. Puede modificar la profundidad de las tres termocuplas fijas para variar la profundidad dentro de la ola de soldadura en la que se mide el tiempo de contacto.



*Paleta de soldadura por ola Datapaq con ventana de vidrio y tres termocuplas fijas.*

En su forma estándar, la parte posterior de la paleta sostiene un PCB simulado con tres termocuplas adicionales que reúnen datos sobre las condiciones en la zona de precalentamiento del horno; entonces, estos datos están disponibles para ser analizados por el software Insight (los tres termopares adicionales pueden montarse en la pieza del producto real en lugar de hacerlo en el PCB ficticio). Alternativamente, se puede agregar a la paleta una ventana de vidrio en

su parte posterior en lugar del PCB para permitir la evaluación visual de la soldadura por ola cuando entre en contacto con el lado inferior de la paleta.



*Paleta de soldadura por ola Datapaq con PCB simulado fijo a la izquierda y barrera térmica ubicada al centro. Las seis termocuplas numeradas (ver texto) están conectadas al registrador dentro de la barrera. La paleta se desplaza hacia la derecha dentro del horno.*

El sistema también puede ejecutar un perfil de temperatura de soldadura por ola sin un conjunto de paleta conectando únicamente las termocuplas al producto, como en el perfil de reflujo.

*Sólo puede usar Datapaq 9000 o registradores Q18 para ejecutar el perfil de soldadura por ola.*

## Ejecución del perfil de temperatura de soldadura por ola

El proceso de ejecución de un perfil es el siguiente:

### **Configuración del método para obtener el perfil**

Para que Insight lleve a cabo el análisis correcto de los datos recogidos, debe especificarse el método para obtener el perfil:

- Reflujo u
- Ola (usando un producto o pieza de prueba, pero no la paleta), o

- Ola con paleta (usa la paleta, con o sin producto o PCB simulado).

Para ejecutar un perfil de ola (es decir, sin paleta), observe que el análisis de la soldadura por ola sólo es realizado en los datos obtenidos de las termocuplas en el lado inferior del PCB, es decir, en aquellos que entran en contacto con la soldadura por ola. Estas termocuplas deben ser especificadas.


El método de obtención de perfiles y (para el perfil de ola) los números de las termocuplas usadas serán especificados mediante el uso de un archivo de proceso que aplicará a los datos del perfil después de ejecutar la corrida (ver abajo).

*Consulte el software Insight para una introducción a los archivos de proceso: presione la tecla de función F1, o seleccione Ayuda > Contenido de la barra de menú, y haga clic en la sección 'Archivos de proceso: Horno, Receta, Producto'.*

El método para la obtención de perfiles se puede especificar al seleccionar el tipo de horno en el archivo de proceso, o alternativamente, en el diálogo Detalles del proceso (ficha Horno).

Así como en el archivo de proceso, también puede especificar las termocuplas en el diálogo Detalles del proceso (Receta - ficha Análisis) o en el diálogo Opciones de análisis del análisis de soldadura por ola.

## **Preparación del sistema para el horno**

1. Conecte el cable de comunicaciones al registrador de datos e inicie el **Asistente de soldadura por ola** en el software Insight (haga clic  en la barra Insight o seleccione Herramientas > Asistentes en el menú). El Asistente lo guía a través de los pasos necesarios, uno tras otro, para reiniciar el registrador y dejarlo listo para realizar la corrida de soldadura por ola.
2. Conecte las **termocuplas** en los conectores numerados del registrador como se indica.

Para una corrida de perfil de **ola**:

- Fije las termocuplas al producto o pieza de prueba como se requiera. Las termocuplas usadas para monitorear la ola (cuyos datos van a ser usados posteriormente en el análisis de la soldadura por ola) deben ser fijadas de modo que contacten la ola principal, es decir, en el lado de la soldadura del PCB; los números de estas termocuplas deben haberse especificado en Insight (ver arriba). Pueden conectarse otras termocuplas a cualquier lado del PCB según se requiera.

Para una corrida de perfil de **ola con paleta**:

- El canal 4 en el registrador debe estar conectado a la termocupla del lado derecho en la paleta (como se ve desde arriba, de cara a la

dirección de desplazamiento alejándose de usted), y el canal 6 a la termocupla del lado izquierdo.

- El canal 5 debe estar conectado a la termocupla de la parte posterior de la paleta.
- Si es necesario, puede conectar los canales 1–3 a una PCB ficticio (si está instalada) o a un producto, como se describe anteriormente.

Si está usando una paleta que no es de Datapaq, debe especificar en el Asistente la distancia que la sonda 5 está detrás de las sondas 4 y 6.

3. Después de conectar las termocuplas, asegúrese de que las superficies de contacto de la **barrera térmica** - montada firmemente en la paleta, si se emplea - estén limpias y sin daños. Es esencial un buen sello entre la barrera y los cables de la termocupla para proteger al registrador. Coloque el registrador en su lugar en la barrera, con los cables de termocupla tendidos a través del material sellante para salir de la barrera en el espacio de recorte.
4. Presione y mantenga presionado el **botón Start** del registrador durante 1 segundo hasta que el LED verde comience a destellar. Insight automáticamente fija el intervalo de muestra en 0.1 segundo para todos los perfiles de soldadura por ola para asegurar la precisión de la velocidad de línea y las medidas del tiempo de contacto.
5. **Cierre la cubierta de la barrera** firmemente con un clic, asegurando un buen sello alrededor de los cables de termocupla.
6. Coloque el conjunto de paleta/registrador/barrera/PCB (dependiendo de la configuración) en la transportadora del horno. Con una paleta asegure la dirección correcta del desplazamiento, como está marcada en la paleta (las termocuplas fijas ingresan al horno primero).

## **Retiro del horno y descarga de datos**

### **ADVERTENCIA**

*La barrera térmica – y el registrador – estarán **calientes**. Use guantes de protección.*

Recupere el sistema del horno tan pronto termine la corrida. Abra la barrera y **retire el registrador**.

*Si no retira el registrador de datos de la barrera térmica caliente, se puede dañar el registrador.*

Siga el Asistente para **descargar** los datos a la PC y de ser necesario elija un **archivo de proceso** que será aplicado a los resultados. Entonces, el perfil de temperatura es visualizado con un análisis de los datos de soldadura por ola que se muestran debajo de él.

# Análisis de los perfiles de soldadura por ola

Para detalles de los análisis que pueden ejecutarse en un perfil de soldadura por ola, vea el sistema de Ayuda de Insight (debajo de Contenido seleccione Análisis de datos > Soldadura por ola).

*Observe que los perfiles de temperatura resultantes del reflujo y los hornos de soldadura por ola requieren diferentes análisis y en consecuencia, los archivos de datos (archivos-paq) que produce Insight para cada uno, también son diferentes y no intercambiables - ni se puede aplicar un archivo de proceso para un tipo de horno a un archivo-paq de otro tipo; vea Ayuda del sistema Insight (debajo de Contenido, seleccione ¿Reflujo o Soldadura por Ola?).*





# Control estadístico del proceso

El control estadístico del proceso (SPC) es una potente función del software Insight que permite el fácil análisis de los resultados de sus corridas de perfil en el tiempo. Así, resaltando las tendencias, en el rendimiento de su proceso, pueden identificarse los problemas potenciales y ser tratados antes de que ocurran.

*El sistema Datapaq Surveyor (pág. 39) es un medio alternativo para evaluar el rendimiento del horno que requiere primero el uso de hardware específico para cuantificar y luego realizar las verificaciones en el sistema para garantizar que aún está operando dentro de los límites. Por otro lado, el uso de SPC en archivos-paq normales de Insight requiere solamente el análisis de las corridas de perfil rutinarias para evaluar las tendencias del rendimiento del horno. Ambos sistemas tienen beneficios y limitaciones como se muestra a continuación.*

## Descripción general

*Para que los resultados SPC sean significativos, los archivos-paq analizados deben ser consistentes, es decir, deben referirse al mismo proceso y deben haber usado el mismo producto con sondas en las mismas ubicaciones.*

Se puede llevar a cabo un análisis SPC fácilmente usando el Asistente de Configuración SPC (haga clic  o  en la barra de herramientas de Insight o seleccione Herramientas > Asistentes desde el menú). Esto lo guía a través de las siguientes etapas:

1. Seleccione los perfiles de temperatura existentes (archivos-paq) en los que se basará el análisis.
2. Elija los resultados de los análisis que quiere examinar y fije el valor objetivo y los límites aceptables para los resultados.
3. Luego Insight calcula los resultados del SPC y los muestra como una nueva gráfica en la Ventana de gráficos, y como datos tabulados en la Ventana de análisis.

Para cada sonda, el valor de cada parámetro de análisis elegido del archivo-paq (en el eje Y) es trazado contra el tiempo de recolección de datos del archivo-paq (en el eje X). Cualquier tendencia en los resultados en el tiempo puede así

ser identificada y comparada con su valor objetivo y con los límites aceptables especificados, que se muestran en el gráfico como líneas horizontales.

	Pro	Con
<b>SPC en archivos-paq normales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mide las temperaturas del conjunto PCB real durante el proceso.</li> <li>• El informe integral muestra los datos de cada sonda por separado.</li> <li>• Puede monitorear la ola, la fase vapor y los procesos de soldadura de reproceso así como reflujo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La buena conexión de la termocupla del sensor es esencial para obtener los mejores resultados.</li> <li>• Si es usado con los datos obtenidos con PCBs ("tableros dorados") estándar de prueba y las termocuplas asociadas, éstos se degradarán con el uso repetido produciendo resultados menos confiables.</li> <li>• Colocar el conjunto del PCB/ registrador en el transportador requiere cuidado para asegurar que los alambres de la termocupla no queden atrapados en el horno.</li> <li>• Es necesario garantizar la estandarización de los detalles de la recolección de datos para todos los perfiles.</li> </ul>
<b>Surveyor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un operador no calificado puede conducir la corrida de un perfil de rutina para evaluar el rendimiento del horno.</li> <li>• Sólo se requiere colocar un artículo en la transportadora del horno.</li> <li>• Se restablece el registrador y los resultados son guardados automáticamente.</li> <li>• Se obtiene confirmación inmediata si el horno está operando dentro de la especificación para un proceso dado.</li> <li>• Ayuda a garantizar que los detalles de la recolección de datos sean estandarizados .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mide solo el rendimiento del proceso, no la temperatura experimentada por el producto real.</li> <li>• Sólo para procesos de reflujo.</li> </ul>

Las funciones que pueden realizarse en el análisis SPC incluyen:

- La modificación mediante el cambio de:
  - los archivos usados para el análisis;
  - la revisión de los resultados de los análisis;
  - el valor objetivo y los límites aceptables para los resultados.
- Guardar los resultados para visualización y análisis futuros.
- Imprimir un informe detallado de los resultados. Seleccionar Archivo > Opciones de impresión en el menú principal.
- Exportar los resultados para usarlos con otra aplicación de software.

- Enviar los resultados por correo electrónico.

*Para asistencia completa en el uso del SPC seleccione la ayuda en pantalla de Insight: presione la tecla de función F1 o seleccione Ayuda > Contenido en la barra de menú y luego en el sistema de ayuda seleccione Análisis de datos > Control estadístico del proceso.*



# Surveyor

La estabilidad del rendimiento de un horno se monitorea usualmente mediante el registro del perfil de temperatura experimentado por el producto a medida que pasa a través del horno. Sin embargo, el sistema Surveyor – disponible como un complemento al Reflow Tracker de Datapaq – monitorea el horno mediante un **bastidor de transporte** estándar con instrumentos que desplaza a través del horno para reunir datos de temperatura como una **corrida de perfil** de evaluación. Luego, el software Insight compara automáticamente los resultados de esta corrida de perfil con los resultados de un perfil de temperatura existente obtenido cuando se sabía que el horno estaba funcionando correctamente – una **evaluación de línea base**. De esta sencilla manera, un operador puede evaluar rápidamente si se requiere mantenimiento o ajustes a la configuración del horno a fin de mantener su consistencia. Las mediciones de temperatura se realizan mediante un registrador Datapaq montado en el bastidor de transporte.

Todos los datos de corridas de perfil son grabados automáticamente y rápidamente se convierten en una valiosa base de datos con la que pueden realizarse análisis de largo plazo a fin de destacar tendencias en el rendimiento de su proceso, para poder identificar y afrontar potenciales problemas antes de que ocurran. Esto es realizado simple y rápidamente mediante el software Insight usando análisis de **Control estadístico de proceso (SPC)**.

*Los perfiles de temperatura obtenidos usando el sistema Surveyor no coincidirán con los obtenidos de una PCB con instrumentos. Los sensores Surveyor están diseñados para producir resultados altamente repetibles, permitiendo que se lleven a cabo análisis SPC confiables en el juego de datos resultante. (Consulte también la pág. 35 sobre el uso de SPC en archivos-paq normales de Insight.)*

## Descripción general

La configuración y el uso de Surveyor implican las siguientes etapas:

### 1. Configurar su horno para óptimo rendimiento

Su horno debe estar configurado correctamente y produciendo productos sin defectos. El análisis con el sistema estándar Reflow Tracker de Datapaq le ayudará a obtener óptimos resultados.

### 2. Realizar una evaluación de línea base

En Insight, usando el modo Técnico de Surveyor (vea la tabla a continuación), corra un perfil de temperatura y obtenga una evaluación de línea base. Esta

se usará como la referencia contra la que se compararán futuras corridas. Luego debe especificar tolerancias permisibles de la evaluación de línea base.

### 3. Entrenar a los operadores para realizar perfiles de rutina

Usando el modo Operador (vea más adelante), Surveyor guiará al operador a través de una corrida de perfil y comparará los resultados con la evaluación de línea base. Al operador se le dará un resultado simple de correcto/advertencia/incorrecto.

### 4. Identificar tendencias

Use SPC para analizar una serie de corridas de perfil y predecir futuros rendimientos del horno.

*El sistema de ayuda en pantalla de Insight explica in detalle las funciones y empleo del Surveyor, y el proceso de seleccionar e ingresar datos en los Asistentes: haga clic en Ayuda y luego en Contenido, en el menú principal de Insight; luego, dentro de Ayuda, haga clic en los títulos de Contenido y en los temas para expandirlos y leerlos. En particular, vea 'Uso de Surveyor' y (bajo 'Análisis de datos') 'Control estadístico del proceso'.*

*También puede hacer clic en el botón Ayuda en el diálogo del Asistente – o presionar la tecla F1 – para mostrar la información de ayuda relevante a la etapa del Asistente.*

## MODOS OPERADOR Y TÉCNICO

Insight con Surveyor puede correr en dos modos diferentes – **Operador** o **Técnico** – que se seleccionan en el inicio.

### Modo operador

Un sencillo **Asistente de Operador** guía paso a paso al operador de horno a través de una corrida del perfil básica, evaluando el rendimiento del horno contra una evaluación de línea base pre-existente Ningún otro aspecto del software Insight es visible al operador. El técnico puede controlar el acceso al Modo operador, y fijar las opciones del Asistente Operador para simplificar el uso para el operador.

### Modo técnico

Este modo se usa para crear una **evaluación de línea base** para un horno. También da acceso a toda la funcionalidad de Insight, incluyendo:

- Numerosas opciones de análisis de datos.
- Ajuste de parámetros del proceso.
- Uso de telemetría.

*Usted puede **proteger con contraseña** el uso del Modo técnico. en el menú principal de Insight' seleccione Herramientas > Opciones > Surveyor Modo técnico.*

*Para **cambiar entre los modos de Operador y Técnico, debe cerrar y reiniciar Insight. En forma alternativa, corra Insight una segunda vez y abra otro modo para tener el Modo Operador y el Modo Técnico ejecutándose simultáneamente.***

# Accesorios: Especificaciones y uso

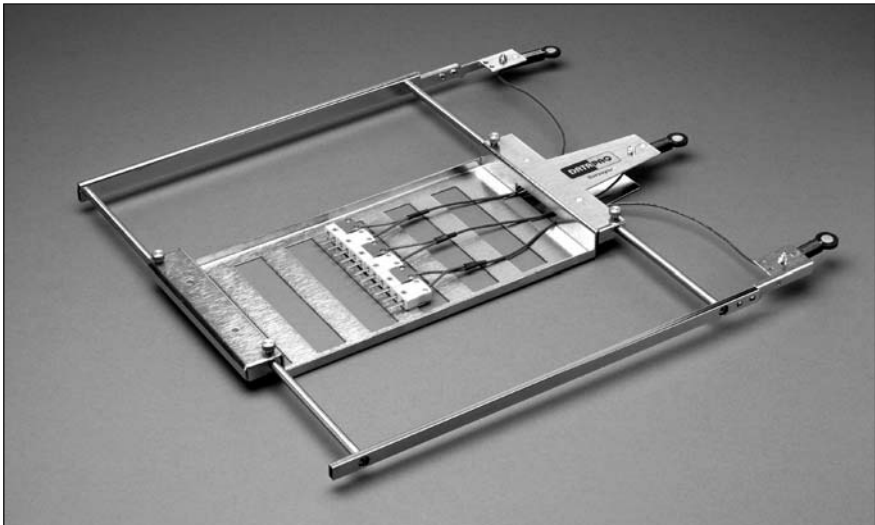
Los accesorios para el sistema estándar Reflow Tracker están totalmente descritos anteriormente en este manual, así como en el manual especial suministrado con su registrador. Surveyor también utiliza accesorios adicionales, como:

- Bastidor de transporte.
- Sensores de termocupla.
- Juego de sonda-abrazadera (solo para registradores de 6 canales y estándar).

El software Insight suministrado con el sistema incluye facilidades adicionales para Surveyor.

## ***Bastidor de transporte***

Puede ajustarse el ancho del bastidor que transporta el registrador Datapaq Q18 (dentro de su barrera térmica) y los sensores para adaptarlo fácilmente al transportador de su horno.



*El bastidor de transporte de Surveyor, con tres sensores conectados (a la derecha) y las tomas de termocupla sujetadas por la abrazadera de la sonda (al centro) listas para conectarse al registrador de datos que se encuentra dentro del bastidor en su barrera térmica. Los rieles exteriores del bastidor se muestran totalmente extendidos.*

## PA0872 – Para registrador Q18 súper delgado

Dimensiones	Altura	Ancho	Longitud	Peso
	32 mm	101–206 mm	521 mm	0.69 kg

## PA0874 – Para registrador Q18 angosto

Dimensiones	Altura	Ancho	Longitud	Peso
	32 mm	99–204 mm	441 mm	0.46 kg

## PA0876 – Para registrador Q18 estándar

Dimensiones	Altura	Ancho	Longitud	Peso
	27 mm	149–345 mm	385 mm	0.77 kg

*La altura total del conjunto del carrito depende de la altura de la barrera térmica usada.*

## Ajuste del ancho del bastidor

El bastidor de transporte se ajusta fácilmente al ancho exacto del horno de reflujo. Si su horno tiene pasadores de cadena, se recomienda usarlos para soportar el bastidor; de otro modo, utilice el transportador de correa de malla.

1. Afloje los tornillos de la abrazadera y los rieles laterales saltarán hacia afuera.
2. Ajuste los rieles laterales al ancho necesario.
3. Reajuste los tornillos de la abrazadera.

Asegúrese de que los lados del horno sean paralelos, o el bastidor podría atascarse en el horno.

## Sensores de termocupla

3 × termocuplas de serie PA0850

Cada sonda tiene dos sensores – en su lado superior y en su lado inferior.

## Instalación de sensores y uso del juego de sonda-abrazadera

*La correcta conexión y ubicación de los sensores es esencial para el funcionamiento del sistema. Los enchufes de la sonda, sensores y soportes de montaje de la sonda están marcados para facilitar su conexión.*

- Los **soportes de la sonda** en el bastidor están marcados con los **números de canal** (vea A).
- El **sensor inferior** en cada sonda tiene una **marca** (vea B) correspondiente a una **marca negra** en el correspondiente enchufe de la sonda.
- El **sensor superior** en cada sonda está **desmarcado** y está conectado a un enchufe de la sonda con **tapa azul**.

El juego de sonda-abrazadera agrupa las tomas de termocupla, permitiendo al usuario conectar y retirar las sondas del registrador fácilmente al mismo tiempo que se asegura que cada sensor siempre se conecte al mismo canal del registrador.

Las sondas se disponen en el siguiente orden (ubicaciones vistas desde detrás del bastidor, es decir, desde el extremo donde no hay sensor):

Canal 1	Sensor inferior derecho (con marca)
Canal 2	Sensor superior derecho (enchufe azul)
Canal 3	Sensor inferior central (con marca)
Canal 4	Sensor superior central (enchufe azul)
Canal 5	Sensor inferior izquierdo (con marca)
Canal 6	Sensor superior izquierdo (enchufe azul)

La holgura en los cables de la termocupla puede ser recogida pasando los cables a través del **recogecables** fijado debajo del soporte de la sonda central.

## Preparación para una evaluación de línea base o una corrida de perfil

1. Usando el software Insight, ejecute el Asistente de evaluación de línea base o el Asistente Operador (según sea apropiado) y siga sus instrucciones, incluyendo la reposición del registrador.
2. Cuando se le indique, coloque cuidadosamente el registrador en la barrera térmica y asegure la cubierta.
3. Coloque el conjunto de la barrera en el bastidor del Surveyor y coloque el bastidor en el transportador del horno.

Ahora, el sistema está listo para usar.

## RECUERDE...

*Asegúrese de que el carrito siempre esté ajustado correctamente, con los dos rieles exteriores fijados en el ancho correcto para el transportador del horno y paralelos entre sí.*

*Siempre permita un adecuado tiempo de enfriamiento para el carrito, la barrera térmica y los sensores, antes de adicionales corridas de perfil.*



*Siempre asegúrese de que los sensores estén conectados en los mismos canales de termocupla para cada perfil y de que sean los mismos que los usados para la evaluación de línea base. No hacerlo invalidará los resultados.*

*Al realizar corridas de perfil, asegúrese de que los ajustes del horno sean iguales que los de la evaluación de línea base. No hacerlo puede producir falsas alarmas.*

*Esto se aplica no solo a la velocidad de línea y los ajustes de temperatura, sino también (en hornos donde pueda ser modificado) al nivel de convección.*

## Corrida de una evaluación de línea base y Ajuste de tolerancias

Ejecutar el **Asistente de evaluación de línea base** en modo Técnico (vea el cuadro anterior) le permite realizar una evaluación de línea base de un horno funcionando correctamente con los ajustes dados del calentador (definidos en una receta), estableciendo así un perfil de temperatura ideal para un proceso dado y definiendo límites – **bandas de tolerancia** – dentro de los cuales debe encontrarse el rendimiento del horno; los límites pueden ser definidos para crear ya sea una sola banda de tolerancia o dos bandas – una interior y una exterior.



Para ejecutar el Asistente, haga clic en  o en  en la barra de herramientas Insight, o seleccione Archivo > Nuevo > Evaluación de línea base de la barra de menú. El Asistente le guía a través de todo el proceso, pero tenga en cuenta lo siguiente:

- Después de ajustar las temperaturas del horno, es indispensable **esperar hasta que el horno se haya estabilizado en estos ajustes** antes de proceder.
- Tenga cuidado al **definir la(s) banda(s) de tolerancia**: una banda muy estrecha resultará en muchas falsas alarmas durante posteriores corridas de perfil comparativas, y una banda demasiado ancha permitirá que el proceso se desvíe mucho de lo ideal antes de que se produzca una alarma. Hay dos aspectos principales a tener en cuenta.
  - Si no se especifica ningún horno al inicio del Asistente, la banda de tolerancia se aplicará a los datos de toda la evaluación de línea base. Por lo tanto, es necesario especificar los **puntos de inicio y final de la**

**banda** cuando se defina la banda de tolerancia, a fin de evitar analizar datos irrelevantes reunidos antes de que el conjunto del Surveyor ingrese al horno y después de que haya salido de él.

- Una vez que el inicio y el final se han definido, la banda de tolerancia creada automáticamente por el software puede modificarse manualmente como se muestra en el Asistente. Esto puede ser aconsejable (por ejemplo) en áreas del horno donde el control es menos crítico (como la campana de entrada, o el final de la zona de enfriamiento) y la banda de tolerancia puede así ser ampliada localmente.

## Realización de una corrida de perfil

Las corridas de perfil de rutina para evaluar el rendimiento del horno se realizarán con solo ejecutar Insight en modo Operador (vea el cuadro anterior), aunque el papel de operador también puede ser llevado a cabo en modo Técnico usando el **Asistente Operador** (haga clic en  o en  en la barra de herramientas Insight, o seleccione Archivo > Nuevo > Corrida del perfil de la barra de menú).

El Asistente guía al operador del horno a través de una corrida del perfil básica, evaluando el rendimiento del horno contra una evaluación de línea base pre-existente. Esto implica:

- Preparar el registrador para una corrida del perfil.
- Descargar los datos a la PC después de la corrida.
- Recibir una notificación de aprobación/advertencia/desaprobación del rendimiento del horno.
- Guardar los resultados y mostrarlos (gráfica y numéricamente); también pueden imprimirse.

Al operador se le dará uno de los siguientes resultados en una pantalla tipo 'semáforo':

**ROJO** – Parte del perfil se encuentra fuera de la banda de tolerancia (o, si hay dos bandas de tolerancia, fuera de la exterior). *El gerente de producción debe ser informado de inmediato.*

**AMARILLO** (solo si se han definido dos bandas de tolerancia) – Parte del perfil se encuentra fuera de la banda interior pero nada está fuera de la banda exterior. *El horno se puede estar desviando de especificación.*

**VERDE** – Todo el perfil se encuentra dentro de la banda de tolerancia (o, si hay dos bandas de tolerancia, dentro de la banda interior).


## Índice Surveyor

Si el perfil se ha realizado en el modo Técnico, los resultados descargados y los análisis serán mostrados gráfica y numéricamente (también pueden mostrarse en modo Operador, si este modo ha sido activado por el técnico).

Una característica importante de los resultados es el **Índice Surveyor**, que da una medida de la cantidad total en que los datos de la corrida de perfil de cada sonda difieren de la evaluación de línea base. Se calcula como el promedio (multiplicado por 10) de las diferencias absolutas en temperatura entre evaluación de línea base y corrida del perfil para cada punto de datos. Se da un valor positivo a las cifras del Índice Surveyor si los datos de la corrida del perfil son mayores en promedio que la evaluación de línea base, y se les da un valor negativo si son menores que la evaluación de línea base.

## Tendencias y predicciones con SPC

El principal beneficio de usar los sensores fijos del sistema Surveyor es que proporcionan datos consistentes y comparables sobre los que se pueden realizar posteriores análisis de Control estadístico del proceso (SPC) de modo que se puedan identificar tendencias en los datos y predecir rendimientos futuros del horno.

El análisis es realizado usando el **Asistente SPC**: haga clic  en la barra de herramientas Insight, o seleccione Archivo > Nuevo > SPC de la barra de menú. Los datos de todas las corridas del perfil asociados con una evaluación de línea base particular son guardados juntos automáticamente en la misma carpeta, de modo que la selección y el análisis son rápidos y sencillos. El proceso se describe y discute en detalle en la Ayuda en pantalla (debajo de 'Análisis de datos' vea 'Control estadístico del proceso').

*SPC analiza los datos de la corrida del perfil de acuerdo con límites de temperatura aceptables especificados, y toma éstos por defecto como los límites (exteriores) especificados al crear la evaluación de línea base. En la etapa final del Asistente, usted puede especificar límites alternativos, pero observe que esto cambia los valores de USL y LSL usados en el cálculo de las estadísticas de capacidad. Para un completa explicación del cálculo de  $C_{pk}$ ,  $P_{pk}$ , etc., consulte 'Control estadístico del proceso' en la ayuda en pantalla.*

# Rapid Oven Setup

Rapid Oven Setup está disponible adicionalmente al sistema Reflow Tracker de Datapaq y aumenta su funcionalidad permitiendo que los usuarios de los hornos de soldadura por reflujo lo configuren con rapidez y precisión para nuevos productos y/o nuevos perfiles de temperatura objetivo. El sistema usa un sensor de transferencia de calor para caracterizar el rendimiento de un horno individual, y puede usar datos CAD para crear un modelo de la distribución de masa térmica del producto. Esta información es procesada por el software Insight en combinación con los datos del perfil de temperatura objetivo, y el resultado es una exacto y correcta configuración del horno en la primera vez, ahorrando tiempo y dinero siempre que tenga que tratar con un nuevo producto o nuevo perfil. Inversamente, el sistema también puede usarse para predecir el perfil de temperatura que resultará cuando se esté usando una combinación dada de horno, PCB y receta.

Esto puede lograrse sin la necesidad de pasar primero el producto a través del horno.

## Descripción general

*La fase inicial – configuración – de Rapid Oven Setup implica la reunión de datos sobre los atributos físicos y el rendimiento del horno y el producto, y la definición del perfil de temperatura que debe lograrse.*

### **Caracterización de horno**

A pesar de las grandes mejoras realizadas en el diseño de los hornos de reflujo, no hay dos hornos que sean exactamente iguales, y esta variación complica la tarea de configurar el horno. Rapid Oven Setup supera esto pasando un sensor de transferencia de calor a través del horno a fin de medir sus reales características de funcionamiento. Este proceso de caracterización de horno (pág. 49) permite que Rapid Oven Setup informe los errores de calibración en los ajustes de la zona del horno, así como la influencia de cada zona en sus vecinas, y el proceso de predicción que obedece esto trabajará por lo tanto con todos los tipos de horno de reflujo.

### **Configuración de PCB**

La masa térmica total y la distribución de masa térmica del producto tienen un efecto importante en los ajustes del horno requeridos para lograr un perfil

dato. Con el avance de la tecnología de empaquetado de componentes y con el aumento de las densidades de colocación de componentes, la capacidad de realizar el perfil del conjunto completo será cada vez más importante. Rapid Oven Setup puede leer los archivos CAD usados para diseñar el montaje de la PCB y usar esta información para calcular la distribución de masa térmica del conjunto (pág. 53). Los datos CAD – rutinariamente usados en todas las otras etapas en el proceso de fabricación de componentes electrónicos – ahora pueden, por primera vez, usarse para optimizar el proceso de soldadura por reflujo. Sin embargo, si los datos CAD no están disponibles para la PCB, su rendimiento en el horno puede ser evaluado analizando un perfil de temperatura que haya sido corrido en él.

### ***El perfil objetivo***

La forma del perfil objetivo es afectada por muchos factores. El usual punto de inicio al diseñar el perfil objetivo son los datos suministrados por el fabricante de la pasta de soldadura; el administrador del proceso agregará cualquier limitación adicional impuesta por los componentes usados en el montaje o por normas internas de la compañía. Rapid Oven Setup tiene una interfaz fácil de usar que permite al usuario diseñar perfiles objetivo, mostrando los datos críticos en forma gráfica y numérica (pág. 57).

*Dados estos tres conjuntos de información, Rapid Oven Setup puede proceder a generar predicciones.*

### ***Predicciones: Cálculo de la receta óptima y la forma del perfil***

Los datos en el horno, la PCB y el perfil objetivo forman la entrada para el modelo matemático que es el núcleo de Rapid Oven Setup (pág. 61). Este modelo divide la PCB en cientos de elementos y usa métodos de diferencias finitas para calcular la respuesta térmica para cada elemento. El software analiza los elementos con la masa térmica más pesada y más liviana, junto con áreas densas y escasamente pobladas, y luego usa esta información para calcular la receta óptima necesaria para producir el perfil de temperatura objetivo. El resultado es perfiles correctos a la primera vez sin necesidad de desperdiciar tiempo conectando termocuplas a una PCB y tratando muchas diferentes combinaciones de receta.

### ***Componentes del sistema***

El hardware para el sistema estándar Reflow Tracker es totalmente descrito anteriormente en este manual y en el manual específico suministrado con su



registrador. El hardware adicional usado con Rapid Oven Setup – sólo durante la etapa de caracterización – comprende:

- Sensor de transferencia de calor.
- Bastidor de transporte.

El software Insight suministrado con el sistema incluye facilidades adicionales para Rapid Oven Setup.

## Caracterización de horno

Para predecir las recetas para una combinación dada de horno y PCB que produzca un perfil de temperatura que coincida con un perfil objetivo dado, es necesario tener información sobre cómo exactamente se comportará el horno cuando se use en diferentes ajustes con una PCB 'estándar'. Esto se hace pasando el sensor de transferencia de calor del Rapid Oven Setup (vea abajo) a través del horno usando una o (preferiblemente) tres diferentes recetas, después de lo cual se analizan los perfiles de temperatura. Los resultados de estos análisis se incorporan luego en el archivo de horno – para producir un **archivo de horno caracterizado** (para una descripción de archivos de horno, vea 'Archivos de proceso: Horno, Receta, Producto' en la ayuda en pantalla del software Insight).

Esto se logra ejecutando el **Asistente de caracterización de horno** (haga clic en  o en  en la barra de herramientas de Insight, o seleccione Herramientas > Asistentes de la barra de menú).

*El sistema de ayuda en pantalla de Insight explica en detalle el proceso de realizar selecciones e introducir los datos en el Asistente: haga clic en Ayuda y luego en Contenido en el menú principal de Insight; luego, dentro de Ayuda, haga clic en los títulos y temas de Contenido para expandirlos y leerlos. También puede hacer clic en el botón Ayuda en cualquier diálogo de Asistente – o presionar la tecla F1 – para mostrar la información de ayuda relevante a la etapa del Asistente.*

Este capítulo se concentra en la instalación del hardware Rapid Oven Setup y en las principales consideraciones prácticas relacionadas con la caracterización de horno.

El sistema obtendrá buenos resultados de una corrida de caracterización, pero para mayor exactitud, el sensor debe pasarse a través del horno tres veces, cada vez usando un ajuste de receta diferente. Este enfoque único permite al Rapid Oven Setup medir la exactitud con la que el horno alcanza las temperaturas fijadas para cada zona del horno, así como la influencia de cada zona sobre sus vecinas. Esto asegura que el comportamiento de los hornos nuevos o antiguos – infrarrojos o de convección – pueda modelarse con exactitud.

## Definiciones de zona del horno

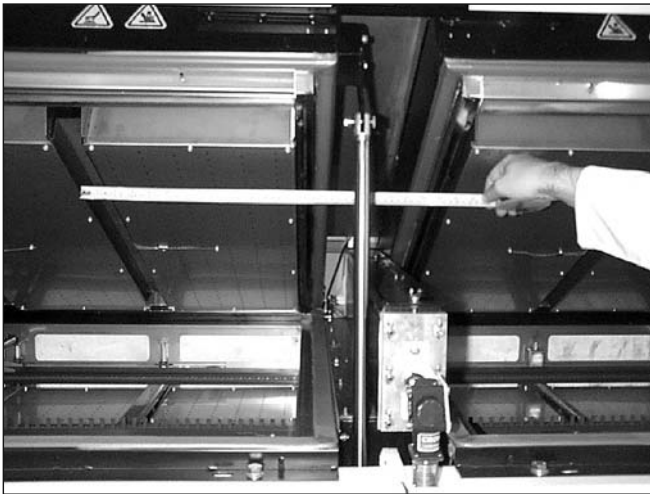
Para calcular el rendimiento del horno, Rapid Oven Setup necesita saber sus propiedades físicas, es decir, la longitud y tipo de cada zona del horno.

Típicamente, un horno contiene un número de zonas de calentamiento controladas por termostato (zonas activas) y una o más zonas de enfriamiento (posiblemente activas pero usualmente pasivas).

- Una **zona activa (calentada) del horno** es aquella donde la temperatura es controlada continuamente; es decir, que el horno trata de mantener cualquier temperatura que haya sido fijada, variando el calentamiento o enfriamiento aplicado, según sea necesario.
- En una **zona pasiva (no calentada) del horno** la temperatura no es controlada; no hay calentadores, y cualquier medio de enfriamiento (como ventilación) no está regulado constantemente.
- Esto significa que las zonas de enfriamiento usando ventiladores deben ser fijadas como pasivas, como deberían serlo las zonas sin calentadores que se encuentran en el centro de algunos hornos.

### Pequeñas zonas pasivas del horno

Si el horno tiene pequeñas regiones sin calentamiento (pasivas) entre algunas de sus zonas, como las áreas que proporcionan soporte para el transportador de cadenas de rodillos, estas deben tratarse como parte de las zonas adyacentes del horno; es decir, las zonas adyacentes deben medirse al centro de la pequeña zona pasiva. Esto no tiene efecto en la exactitud del sistema.



*Incorpora pequeñas zonas pasivas en las longitudes de las zonas adyacentes.*

## **Receta inicial**

La receta inicial usada en la caracterización no es crítica, pero hay dos puntos más a considerar.

- La receta inicial debe estar cerca de los parámetros de operación normal del horno. Puede reducirse la exactitud si el horno es caracterizado en el límite inferior de sus posibles ajustes, y las predicciones se llevan a cabo posteriormente en el límite superior de su capacidad.
- Los detalles de la segunda y tercera recetas serán recomendados por Rapid Oven Setup y serán hasta 20°C más calientes en cada zona calentada que la receta inicial. Por lo tanto debe asegurar que el horno pueda alcanzar tales temperaturas y que su barrera térmica proporcionará suficiente protección para el registrador de datos.

## **Velocidad de línea**

Puede usarse la caracterización con la velocidad de línea del horno fijada a más del 50% de rapidez normal sin afectar negativamente la precisión u operación del sistema. Esto reducirá el tiempo que toma el paso a través del horno y permitirá que la barrera térmica se enfríe con mayor rapidez.

## **Configuración y uso del hardware**

El sensor de transferencia de calor, conectado con el registrador, es llevado a través del horno en el bastidor de transporte de ancho ajustable.

### **Sensor de transferencia de calor**

El sensor de transferencia de calor tiene tres termocuplas:

1. Una termocupla de respuesta rápida, usada para medir la temperatura del aire dentro de las zonas del horno.
2. Una termocupla que mide la temperatura de un disco de metal de baja emisividad (chapado en oro).
3. Una para medir la temperatura de un disco de metal de alta emisividad (con recubrimiento negro opaco).

Con conjuntos de mediciones de estas tres, Rapid Oven Setup calcula los niveles de transferencia de calor por convección y radiación en cada punto a lo largo de toda la longitud del horno.

### **Preparación de la unidad para el horno**

Con los tornillos de fijación suministrados, conecte el sensor de transferencia de calor con el bastidor de transporte como se muestra abajo. Los tres enchufes de termocupla del sensor están etiquetados 1, 2 y 3 (como arriba), y

deben conectarse con los enchufes numerados en forma correspondiente en el registrador.

### **ADVERTENCIA**

*La incorrecta conexión de los cables de termocupla invalidará todo el proceso Rapid Oven Setup.*

Instale el registrador en su barrera térmica y colóquelo en el bastidor de transporte, listo para ser pasado a través del horno. (Vea pág. 22 para detalles sobre la instalación del registrador, y para recomendaciones generales sobre pasar una combinación registrador/barrera a través del horno). El bastidor de transporte puede ajustarse para que se adapte al transportador de borde del horno o puede colocarse directamente en la correa de malla.



*El registrador y el sensor de transferencia de calor, montados en el bastidor de transporte y siendo preparados para entrar al horno.*



*El sensor de transferencia de calor debe ingresar al horno primero, es decir, antes de la combinación registrador/barrera térmica.*

## **Configuración de PCB**

Para predecir una receta para un PCB dado que producirá el perfil de temperatura requerido, es necesario tener información de las propiedades térmicas del PCB. Esto puede hacerse de las siguientes maneras:

- A partir del conocimiento de las propiedades físicas de la PCB como se definen en el archivo CAD generado, cuando fue diseñada (si hay uno disponible), o
- Analizando un perfil de temperatura que ha sido corrido en la PCB en el horno que será usado.

Cualquiera de estos métodos de análisis produce un **archivo de configuración de PCB** que define la PCB para fines de hacer una predicción de receta.

Este proceso se logra ejecutando el **Asistente de configuración de PCB** (haga clic en  o en  en la barra de herramientas de Insight, o seleccione Herramientas > Asistentes); como parte de esto, si no hay archivo CAD disponible, el Asistente le guiará a través del proceso de pasar su PCB a través de su horno para obtener un perfil de temperatura

Esta sección se concentra en la teoría que respalda el concepto del archivo de configuración PCB, y los aspectos clave que deben tenerse en cuenta para producir uno.

## Uso de un archivo CAD

Rapid Oven Setup leerá archivos CAD que estén en formato IDF (hasta la versión 3 de IDF).

IDF – Formato de datos intermedios – es un formato de intercambio de datos que se ha convertido en un estándar de facto para transferir datos de montaje de circuitos impresos (PCA) entre el esquema PCB y el diseño mecánico. Existen traductores IDF para la mayor parte de herramientas de diseño PCB.

El formato intermedio de datos consta de dos archivos de texto:

- **Archivo de placa** – Contiene una descripción de una PCB, incluyendo las dimensiones de la placa, restricciones de diseño y colocación de componentes. Los archivos de placa tienen la extensión .EMN, .BRD o .BDF dependiendo del sistema usado para producirlos.
- **Archivo de biblioteca** – Contiene dimensiones de componentes usados para la PCB como se definen en el archivo de placa. Los archivos de biblioteca tienen la extensión .EMP, .LIB o .LDF, nuevamente, dependiendo del sistema usado para producirlos.

Al abrir un archivo IDF, Rapid Oven Setup busca el archivo de placa y luego automáticamente carga el correspondiente archivo de biblioteca.

*Para una completa especificación del formato de archivo IDF, y para enlaces a programas para la creación de archivos IDF a partir de datos de diseño de PCB, visite [www.intermedius.com](http://www.intermedius.com).*

## Edición de datos CAD

La descripción IDF contendrá todos los componentes electrónicos de la PCB, y además incluirá elementos como conectores y eyectores de tarjeta que pueden no estar instalados en el momento en que la PCB pasa a través del horno. Es una operación simple resaltar cualquier componente que no esté instalado y eliminarlo. Esta característica también permite el retiro de componentes electrónicos de modo que puedan acomodarse diferentes versiones de producto basadas en la misma PCB maestra.

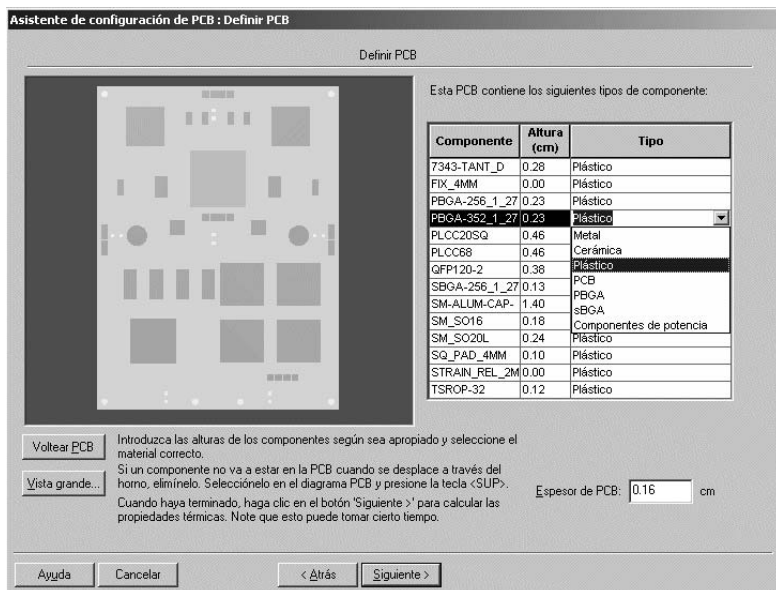
El espesor de la PCB se incluye en el archivo CAD y se usa en todos los posteriores cálculos de masa térmica.

*Si Rapid Oven Setup usa datos CAD, asume que el material de la PCB es FR4. Si este no es el caso, para asegurar la máxima exactitud de las predicciones, lleve a cabo una Configuración de PCB como si no hubiera datos CAD disponibles.*

## Materiales componentes

En el Asistente de configuración de PCB, el **diálogo Definir PCB** muestra la información de identificación de componentes contenida en el archivo IDF. Mientras los componentes se seleccionan en la imagen, la información correspondiente se resalta en la lista de componentes; en la columna Tipo, asigne un material a cada componente. El material predeterminado está basado en la resina plástica que es la base para la gran mayoría de componentes electrónicos; otras opciones cubren casos especiales como PBGAs y sBGA.

Tipo de material	Componentes típicos
Metal	Disipadores de calor
Ceramica	LCCs
Plastico	Gran mayoría de componentes
PCB	Material PCB (FR4 predeterminado)
PBGA	Encapsulado BGA de plástico compuesto
sBGA	Super BGA (con superficie superior metálica)
Componentes de potencia	Componentes con muchos disipadores de calor internos



*El Asistente de configuración de PCB, mostrando un componente resaltado y su tipo de material siendo seleccionado.*

*Si hay algún disipador de calor o componentes grandes de forma extraña, es probable que se obtenga la máxima exactitud de las predicciones llevando a cabo una Configuración de PCB como si no hubiera datos CAD disponibles (vea pág. 57). Este método permite que Rapid Oven Setup calcule la masa térmica de cualquier componente difícil.*

## Ubicaciones de la sonda

Aunque la PCB no necesita ser pasada a través del horno si se están usando datos CAD para crear un archivo de configuración de PCB, la especificación de ubicaciones de sonda de termocupla es crítica para la correcta operación de Rapid Oven Setup. El modelo matemático calculará los perfiles de temperatura para las ubicaciones de la sonda seleccionadas en esta etapa, y cuando calcule una receta ideal, el software usará la masa térmica de la PCB en las ubicaciones seleccionadas. El valor medio de la masa térmica será hecho coincidir con el perfil de temperatura objetivo.

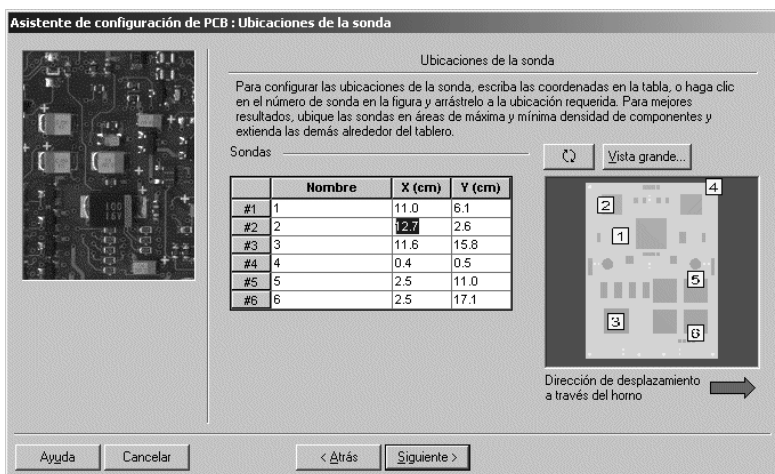
Debe finalizar las ubicaciones de las sondas en su PCB y asegurar que estas ubicaciones se muestren en el **diálogo Ubicaciones de la sonda** del Asistente de configuración de PCB. Rapid Oven Setup sugerirá posiciones de sonda, tratando de ubicarlas como sigue:

- Punto de mayor masa térmica.
- Punto de menor masa térmica.
- Punto central del área de mayor masa térmica.
- Punto central del área de menor masa térmica.
- Punto central del lado izquierdo de la PCB.
- Punto central del lado derecho de la PCB.

En la práctica, sin embargo, las sondas necesitarán ser ubicadas en los puntos donde el perfil de temperatura sea de especial interés, es decir, en componentes particularmente sensibles a daño térmico o que se sepa que son difíciles de soldar. De este modo, debe asegurar que las sondas sean colocadas:

- En algunos componentes pesados – para asegurar que se alcancen las máximas temperaturas correctas.
- En algunos componentes ligeros – para asegurar que las tasas de aumento de temperatura y temperaturas máximas no sean excesivas.
- En cualquier componente particularmente sensible o en aquellos en áreas de densidad de componentes muy alta o muy baja.

*Es esencial comprobar que la PCB ingrese al horno orientada como en el diálogo Ubicaciones de la sonda, es decir, con el borde del lado derecho de la PCB (como se muestra en el diálogo) entrando primero.*



*Ajuste de ubicaciones de la sonda en el Asistente de configuración de PCB – muy importante para la correcta operación del sistema.*

## Uso del sistema sin datos CAD

Si no hay datos CAD disponibles para la PCB que permitan calcular su distribución de masa térmica, esto puede lograrse pasando la PCB a través de un horno caracterizado (es decir, uno para el que ya exista un archivo de horno caracterizado, vea la pág. 49) con termocuplas conectadas. Rapid Oven Setup luego usa el perfil de temperatura resultante, junto con su información sobre el horno para calcular la masa térmica para cada una de las ubicaciones de sonda de termocupla.

Las sondas deben ser ubicadas de acuerdo con las pautas dadas bajo 'Ubicaciones de la sonda' (pág. 55), y sus ubicaciones registradas en el diálogo Ubicaciones de la sonda del Asistente de configuración de PCB.

*Para que se lleven a cabo los análisis correctamente, es importante colocar las sondas en su PCB **exactamente** en las ubicaciones especificadas aquí.*

Luego se le pide al usuario que se asegure de que el horno esté fijado a la receta correcta y que esté estabilizado. Si no deja estabilizar al horno se reducirá la exactitud de los cálculos de la masa térmica.

## Uso de un archivo-paq existente

En lugar de correr un nuevo perfil en la PCB, el Asistente de configuración de PCB permite usar los datos de temperatura en un perfil existente (archivo-paq) si se obtuvieron en un horno caracterizado. El usuario tendrá que especificar el horno y la receta que fueron usados y la ubicación exacta de las termocuplas. Si el perfil se realizó usando el software Insight y contiene un archivo de proceso, Rapid Oven Setup extraerá los datos del horno y la receta en forma automática (para una descripción de como se almacena esta información, vea 'Archivos de proceso: Horno, Receta, Producto' en la ayuda en pantalla del software Insight).

*La exactitud de estos cálculos dependerá de la validez de los datos usados: para mejores resultados, el horno debe haber sido estabilizado en los valores de la receta, y las termocuplas deben estar conectadas firmemente a la PCB.*

## El perfil objetivo

La pasta de soldadura que se está usando en su PCB es el factor principal que determinará la forma exacta del perfil de temperatura requerido cuando la placa sea pasada a través del horno, es decir, el **perfil objetivo**; esta forma está determinada por los parámetros especificados por el fabricante de soldadura como necesarios para producir uniones confiables. Otros factores que también

pueden influir en la forma del perfil son especificaciones de componentes y las limitaciones de rendimiento del horno mismo.

Luego de que se ha definido un perfil objetivo, Rapid Oven Setup puede predecir recetas que producirán este perfil para una combinación dada de horno y PCB. Ya que la masa térmica varía a través de una PCB, es improbable que la temperatura en todos los puntos siga el perfil objetivo en forma exacta. Así, todas las recetas predichas tratarán de hacer coincidir el perfil de una masa térmica de valor medio en la PCB con el perfil de temperatura objetivo.

El perfil objetivo para una pasta de soldadura en particular puede estar basado en:

- Un perfil de temperatura existente, o
- En los datos de tiempo y temperatura especificados para la soldadura.

Se crea ejecutando el **Asistente de perfil objetivo** (haga clic en  o  en la barra de herramientas de Insight, o seleccione Herramientas > Asistentes).

Esta sección se concentra en los aspectos clave que deben tenerse en cuenta para producir un perfil objetivo.

## ***Creación del perfil objetivo***

### **Basado en un perfil existente**

Esta característica permite al usuario seleccionar un perfil obtenido cuando la calidad del producto estaba dentro de especificación y basar un perfil objetivo en él. Rapid Oven Setup puede usarse luego para replicar este perfil en otros hornos caracterizados, facilitando de este modo el rápido movimiento de producción desde un horno a otro.

El diálogo Editar perfil objetivo del Asistente de perfil objetivo divide el perfil en regiones con el fin de compararlo con la especificación de la pasta de soldadura. El sistema de ayuda en pantalla explica como el usuario puede agregar o eliminar regiones así como volver a trazar el perfil objetivo como sea necesario. De esta manera, el perfil existente sirve como una pauta aunque el usuario tiene total flexibilidad para modificarlo. Para una mayor claridad, puede colocar etiquetas a las regiones.

### **Inicio Basado en perfil de rampa, remoje y punta o rampa recta**

El usuario puede comenzar con una de dos formas básicas de perfil y luego adaptarlas a los datos de tiempo y temperatura especificados para la soldadura. La primera forma tiene una fase de rampa, remoje y punta, mientras que la segunda sube hasta una temperatura máxima.

En el diálogo Editar perfil objetivo del asistente, la forma puede ser alterada por dos métodos (totalmente descritos en el sistema de ayuda en pantalla):

- Arrastre de los puntos en el gráfico.
- Introducción de los valores numéricos para cada región.

El inicio del perfil objetivo es la primera zona calentada en el horno (cualquier cámara de entrada se pasa por alto), y el extremo del perfil objetivo es la salida del horno. Esto debe tenerse en cuenta al decidir la temperatura de salida. Las zonas de enfriamiento generalmente son menos controladas que las de calentamiento, y las predicciones reflejarán lo que el horno es capaz de lograr.

Se muestra la información apropiada para cada región de calentamiento o enfriamiento. Por ejemplo, la región de reflujo muestra el tiempo encima del liquidus y la temperatura máxima junto con los límites de éstos.

Donde las regiones muestran una temperatura de entrada, una temperatura de salida, un gradiente objetivo y una duración, estos valores están relacionados por la ecuación:

$$\text{Gradiente} \times \text{Duración} = \text{Temperatura de salida} - \text{Temperatura de entrada}$$

Si se cambia un valor se afectará a los otros.

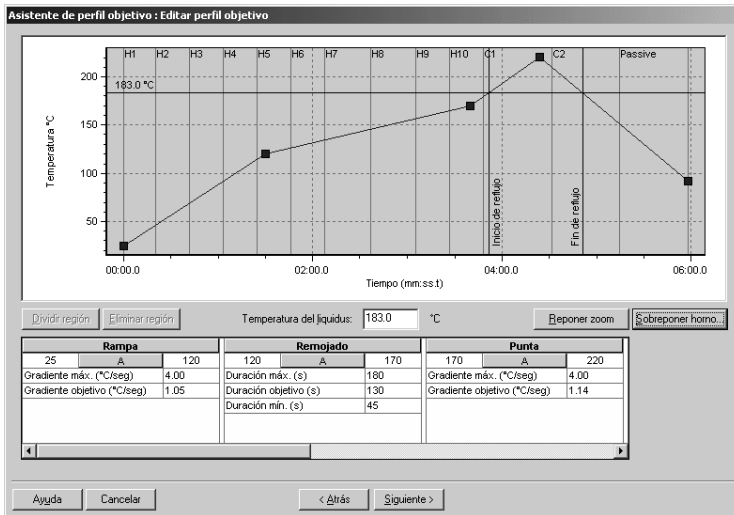
## ***Elaboración de un perfil realista***

Aunque el usuario puede crear perfiles de cualquier forma con el diálogo Editar perfil objetivo, los hornos están restringidos en lo que realmente pueden alcanzar. En particular, la longitud de la zona de enfriamiento en relación con la longitud de la zona de calentamiento es fija, y el horno se diseñará para alcanzar la temperatura máxima en la última zona calentada.

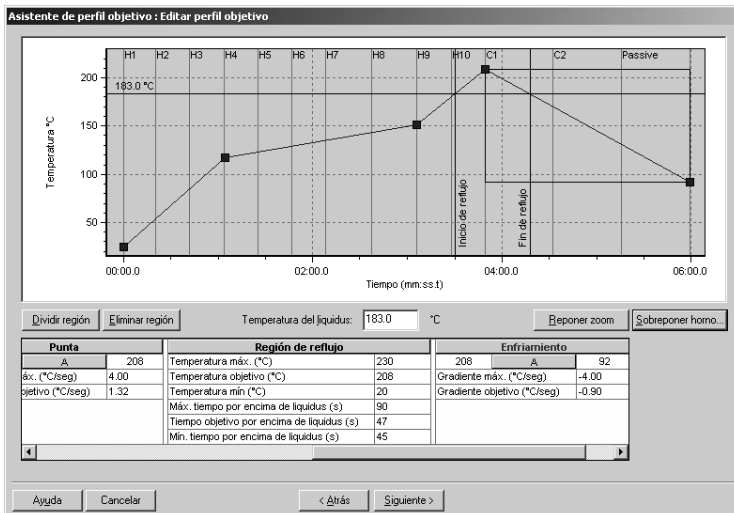
La especificación de la pasta de soldadura, como es proporcionada por el fabricante, normalmente define una cubierta aceptable dentro de la cual funcionarán muchos perfiles, pero la introducción de los datos exactos de especificación en el diálogo puede producir formas de perfil que no se pueden alcanzar con un horno. La forma más rápida de obtener un perfil objetivo realista es, con frecuencia, definir la forma básica arrastrando los puntos en el gráfico en el diálogo Editar perfil objetivo y luego introducir los valores requeridos (redondeados como sea necesario) en el diálogo.

Para ayudar al usuario a definir un perfil objetivo alcanzable, pueden sobreponerse los límites de zona de horno: haga clic en el botón Sobreponer horno en el diálogo Editar perfil objetivo.

Si se especifica un perfil objetivo inalcanzable y luego se usa en una predicción de receta (vea 'Predicciones'), Rapid Oven Setup lo ajustará automáticamente antes de realizar la predicción. Sin embargo, la solución preferida, es que – como en el ejemplo mostrado arriba – el usuario corrija el perfil antes de realizar la predicción para hacer que la forma del perfil sea una que el horno pueda alcanzar. Vea también 'Problemas con predicciones de receta' (pág. 65).



Se ha dibujado un perfil objetivo ideal (arriba), pero al sobreponer los límites de zona de horno, como se ha hecho aquí, se muestra que la temperatura máxima se encuentra dentro de la zona de enfriamiento por lo que no será alcanzable en ese punto en el horno. Después de que el usuario ha corregido el perfil objetivo (abajo) para convertirlo en uno que el horno pueda alcanzar, las transiciones de gradiente se encuentran en los límites de zona de horno, y el valor máximo ocurre dentro de una zona de calentamiento.





# Predicciones

Una vez que su horno ha sido caracterizado, su PCB configurada y su perfil objetivo creado, el proceso de predicción puede llevarse a cabo. Usted puede:

- Predecir una **receta** que le dará el perfil de temperatura que desea (perfil objetivo) para una PCB dada en un horno dado, o
- Predecir el **perfil** que resultará si usa una combinación dada de horno, PCB y receta.
- También puede realizar una Predicción simple, basada en un perfil existente. No necesita una PCB caracterizada ni una receta para esto.

La predicción de recetas para una combinación dada de perfil objetivo, horno y PCB puede realizarse de las siguientes maneras:

- Permitir que sus archivos existentes sean examinados automáticamente para que aquellos que darían la mayor coincidencia con su perfil objetivo sean seleccionados, o
- Pedir que se creen automáticamente nuevas recetas – específicamente a la medida de su perfil objetivo.


Todas las predicciones se logran ejecutando el **Asistente de predicción** (haga clic en  o  en la barra de herramientas Insight, o seleccione Herramientas > Asistentes).

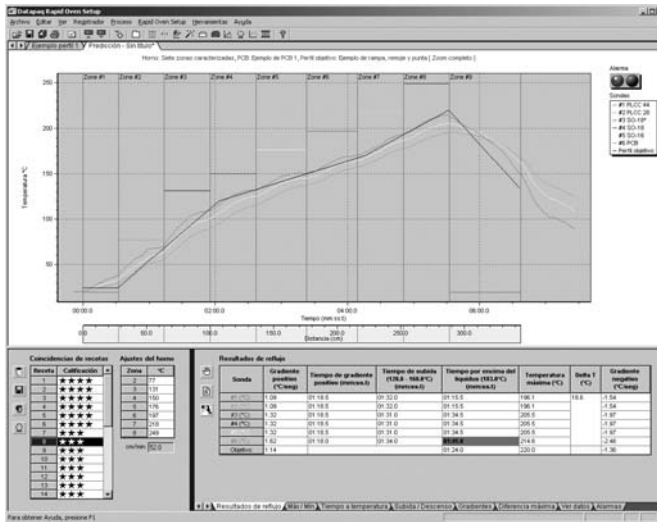
Cuando se ha realizado la predicción, los resultados se muestran en las ventanas principales de gráficos y de análisis de Insight, donde pueden llevarse a cabo pruebas y análisis adicionales.

Esta sección delinea algunos aspectos clave de la interpretación y refinación de las predicciones.

## Interpretación de resultados

Los resultados de una típica **predicción de receta** se muestran abajo. En la esquina inferior izquierda de la pantalla Insight hay una lista de recetas sugeridas en orden de clasificación – indicado por una puntuación de estrellas – de acuerdo con la proximidad de sus resultados esperados al perfil objetivo.


Cuando una receta está resaltada, las temperaturas a las que deben fijarse cada una de las zonas del horno se muestran en la tabla del costado, y la receta puede guardarse haciendo clic en  (a la izquierda de la lista de recetas) para crear un archivo de receta (para una descripción de archivos de receta, vea ‘Archivos de proceso: Horno, Receta, Producto’ en la ayuda en pantalla del software Insight). El rango completo de opciones de análisis de datos está disponible haciendo clic en las fichas de la parte inferior derecha de la pantalla.





Los resultados de una predicción de receta. Note que la receta seleccionada de la lista en el ejemplo actual está registrando una alarma en la columna Tiempo por encima del líquido de los análisis de Resultados de reflujo y por lo tanto no es probable que sea adecuada para usar. Las recetas de cuatro estrellas por encima de ella en la lista dan una buena predicción sin alarmas.

## Edición de una receta

Si un perfil producido por predicción de receta o por predicción de perfil es inaceptable, el usuario puede editar los ajustes del horno de la receta relevante y observar los efectos en la forma del perfil y en los análisis de datos.

- **Para una predicción de perfil** – Edite los valores directamente.
- **Para una predicción de receta** – Seleccione la receta en la lista, haga clic en  (para generar una receta de usuario basada en la seleccionada), e introduzca los nuevos ajustes.

Luego haga clic en  para generar un perfil revisado, y si lo desea, haga clic en  (a la izquierda de la lista de recetas) para guardar este nuevo archivo de receta.

Debe generar una nueva predicción de la receta modificada antes de guardarla.

## Refinación de predicciones con un perfil de prueba

Los resultados de una predicción pueden ser refinados adicionalmente ejecutando el **Asistente de perfil de prueba**, que guía al usuario a través de

la corrida de perfiles adicionales en la PCB. Analizando los perfiles resultantes, Rapid Oven Setup modifica las masas térmicas calculadas previamente para la PCB y en consecuencia mejora la calidad de la predicción.

*Al correr perfiles de prueba, es esencial que los ajustes del horno y las ubicaciones de la sonda sean las mismas que las usadas en la predicción.*

## **Predicción de fallas**

Las pobres predicciones pueden deberse a problemas o errores en cualquiera de los componentes de una predicción. Siempre debe tenerse cuidado al introducir los datos o realizar las corridas.

### **Razones para malas predicciones**

#### **Mediciones de longitud de zona no válida**

Las longitudes reales de zona del horno son diferentes de las introducidas en el archivo de horno.

#### **Configuración de zonas activas/pasivas incorrectamente**

Compruebe que haya definido correctamente las zonas del horno activas (calentadas) o pasivas (no calentadas) (vea la pág. 50).

#### **Uso de una receta no representativa para la caracterización de horno**

Asegúrese de que las recetas usadas para la caracterización sean típicas de las usadas en producción. Cuanto más lejos están los ajustes de lo 'normal', mayor el riesgo de error en las predicciones.

#### **Introducción de ajustes de receta incorrectos en el horno**

Los ajustes de receta de horno (puntos de ajuste de temperatura de horno) y los puntos de ajuste reales en el horno durante la caracterización del horno son diferentes.

#### **Introducción de velocidad de línea incorrecta para el horno**

El tiempo real pasado en cada zona del horno será diferente del calculado.

#### **No permitir que el horno se caliente o se asiente lo suficiente**

Esto resultará en temperaturas reales diferentes de las temperaturas fijadas o mayor fluctuación en la temperatura mientras el horno se asienta.

#### **Horno ruidoso**

Algunos hornos son inherentemente inestables o tienen grandes diferencias de temperatura a lo largo del ancho de la correa. Use el Control estadístico del proceso (pág. 35) o Surveyor (pág. 39) para monitorear el rendimiento de su horno.

## **Sensor de transferencia de calor colocado de cabeza en el bastidor de transporte**

Asegúrese de que el sensor de transferencia de calor esté montado correctamente en el bastidor de transporte y que ingresó primero al horno (vea la pág. 51).

## **Las termocupas del sensor de transferencia de calor no están conectadas correctamente en el registrador**

Asegúrese de que los sensores estén conectados de la siguiente manera:

Canal 1 – Sensor de aire

Canal 2 – Sensor dorado brillante

Canal 3 – Sensor negro

## **Sensor de transferencia de calor sucio o dañado**

Los sensores en el sensor de transferencia de calor deben mantenerse libres de suciedad y en buenas condiciones. El sensor dorado debe permanecer brillante. Si el sensor de aire se dobla, estará desalineado respecto de los otros sensores e introducirá errores.

## **Sensor de aire tocando la correa**

Al usar el sensor de transferencia de calor en una correa, debe tenerse cuidado de que el sensor de aire en particular no toque la correa. Si lo hace, la termocupa leerá la temperatura de la correa en lugar de la temperatura del aire, resultando errores en la caracterización.

## **El sensor de transferencia de calor o la PCB se pegan dentro del horno**

Ocasionalmente, pueden quedarse pegadas cosas en el horno – con frecuencia momentáneamente. Esto puede ser causado típicamente por alambres de termocupas que se enredan temporalmente en la correa, la cadena o la termocupa de control, etc. Si sucede esto, puede no ser inmediatamente obvio, pero el perfil será más largo de lo esperado.

## **Datos incompletos o inexactos en el archivo CAD**

En particular, revise el espesor de la PCB, las alturas y los materiales de los componentes.

## **Fijación inconsistente de termocupas a la PCB**

La temperatura como es medida por la termocupa es muy dependiente del método usado para fijarla a la PCB.

## **Problemas durante una corrida de confirmación**

Los pobres resultados durante una corrida de confirmación (corriendo un perfil en su PCB para comprobar que la receta predicha es exacta) pueden deberse únicamente a las condiciones durante esa corrida, en lugar de estar causadas por una mala predicción. Por ejemplo:

- **Las termocuplas que se desconectan durante la corrida de confirmación** – Esto resultará en la termocupla midiendo la temperatura del aire ambiental.
- **Termocuplas conectadas en canales del registrador incorrectos**
- **La caracterización realizada con el horno en un estado diferente a aquel en el que se realizó la corrida de confirmación** – Las temperaturas establecidas de zona pueden ser la mismas, pero los ventiladores o las presiones pueden tener diferentes ajustes. El horno puede no haber sido calentado o asentado lo suficiente. También se verán diferencias si la caracterización se realizó usando el transportador de borde y la corrida de confirmación se realizó con la PCB en la correa.

## **Problemas con predicciones de receta**

Asegure especialmente que su horno pueda obtener el perfil objetivo (vea la pág. 59). Un perfil objetivo no será válido si tiene (por ej.) su temperatura máxima en la zona de enfriamiento, o un rápido cambio en temperatura en el medio de una zona.

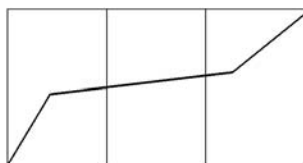
### **Perfil objetivo no consistente con una zona de enfriamiento activa**

En la mayoría de hornos, la última (enfriamiento) zona será pasiva (no calentada) y es importante que los usuarios estén conscientes de esto. Si la última zona es activa (calentada), lo siguiente podría suceder.



En este ejemplo, el horno tiene tres zonas activas y el perfil objetivo tiene un valor máximo en el medio de la última zona. Esto es, sin embargo, imposible de producir en la práctica, ya que un perfil no puede enfriar en el centro de una zona activa. Rapid Oven Setup detecta esto

y ajusta el perfil objetivo como se muestra abajo, de modo que el valor máximo esté al final de la última zona.



Este comportamiento puede sorprender al usuario, pero es necesario minimizar las predicciones no válidas. Lamentablemente, si la última zona es una zona activa de enfriamiento, Rapid Oven Setup aún la manejará como una zona activa de calentamiento ya que no

diferencia entre las dos. En tal caso, el usuario debe asegurarse de que el perfil objetivo sea consistente con sus hornos, es decir, que no tenga su valor máximo en la zona activa de enfriamiento.



# Solución de problemas

## Verificación de sondas de termopar

Las sondas de termopar generalmente son confiables, pero los daños resultantes de un uso o manejo inadecuado pueden producir lecturas erróneas. Si sospecha que datos no válidos pueden haber sido introducidos en su perfil de temperatura (archivo-paq), seleccione la ficha Ver datos en la Ventana de análisis del software Insight para ver los datos sin procesar tal como son descargados del registrador. Los diferentes tipos de datos no válidos que pueden estar contenidos en un archivo-paq se muestran en la cuadrícula de análisis de la forma siguiente.

- \*OC\*      Circuito abierto.
- \*NA\*      Datos no disponibles.
- \*LO\*      La temperatura medida estaba debajo del rango del registrador.
- \*HI\*      La temperatura medida estaba encima del rango del registrador.
- \*\*
- \*\*\*      No se puede realizar el cálculo (no necesariamente porque los datos no sean válidos). No aparece en el modo de análisis Ver datos.

Las sondas con un circuito abierto intermitente pueden producir perfiles con puntas y erráticos. Note que las puntas son inevitables cuando las sondas se desconectan de un registrador de datos durante una corrida. Las causas típicas de datos no válidos o discontinuos son:

- El termopar se está desprendiendo del registrador.
- Conexión defectuosa.

Las lecturas defectuosas de termopares que son inconsistentes con las de otras sondas pueden ser causadas por un cortocircuito donde alambres no aislados tocan antes de la unión caliente. Esto se conoce como una 'unión caliente falsa' y puede ocurrir incluso dentro de la barrera térmica si el aislamiento está dañado ahí.

En todos los casos, la sonda en referencia debe ser reemplazada.

## **Europa y Asia**

Datapaq Ltd  
Lothbury House  
Cambridge Technopark  
Newmarket Road  
Cambridge CB5 8PB  
Reino Unido  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
sales@datapaq.co.uk

## **Norte y Sud América**

Datapaq, Inc.  
3 Corporate Park Dr., Unit 1  
Derry, NH 03038  
EE.UU.  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
sales@datapaq.com

## **China**

Datapaq Ltd  
3rd Floor, Lane 280-6  
Linhong Road  
Shanghai 200335  
China  
Tel. +86(0)21-6128-6200  
Fax +86(0)21-6128-6221  
Fax +86(0)21-6128-6222  
sales@datapaq.com.cn



A Fluke Company

[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)