

FSJ



FSJ - El ecosistema inteligente para producciones flexibles y dinámicas

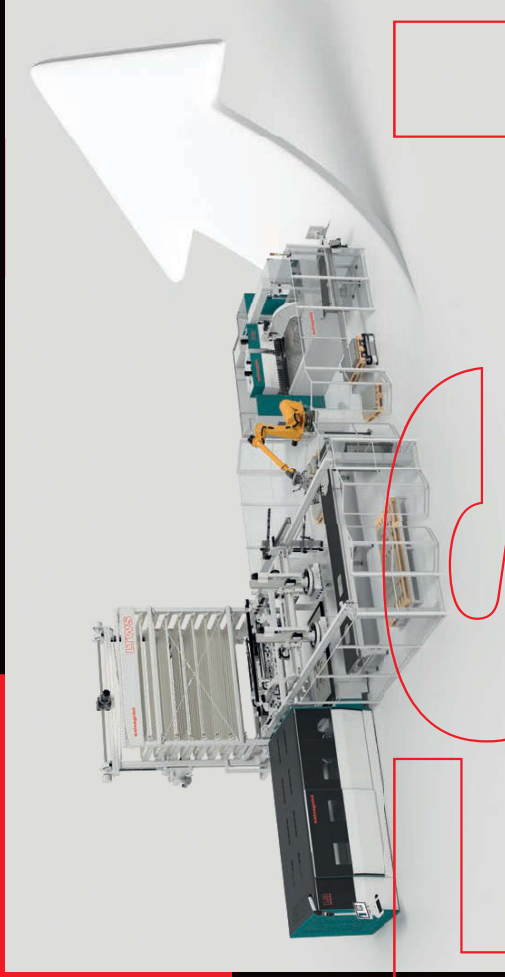
salvagnini

FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM

El Flexible Smart Job Shop (FSJ) es una combinación de tecnologías avanzadas, software, soluciones de visión y inteligencia artificial (IA), robótica y automatización para afrontar dinámicamente los desafíos del mercado actual. El FSJ integra tecnologías avanzadas de corte y separación, plegado y panelado, combinándolas con dispositivos y soluciones automáticas y/o robotizadas para la carga y descarga, manipulación y transferencia intermedia de los materiales.

El resultado es una solución modular y escalable que optimiza la eficiencia productiva, reduce la entropía en el sistema productivo y maximiza el rendimiento de cada una de las instalaciones.

Gracias a su flexibilidad, el FSJ es capaz de responder tanto a necesidades de producción programadas como a solicitudes imprevistas, garantizando un alto nivel de adaptabilidad y reactividad.



Los **sistemas de producción flexible Salvagnini** transforman los paquetes de chapa en una amplia variedad de productos sin intervención del operario.

Optimizan cada fase de la producción, eliminan el WIP y aseguran la trazabilidad, minimizando las actividades de bajo valor añadido y **maximizando la eficiencia de todo el proceso.**

El primer sistema de producción flexible para la elaboración de chapas en el mundo, una **línea S4+P4**, síntesis entre una punzonadora S4 y una paneladora P4, fue presentado por Salvagnini en la feria de Hannover en **1979**.

A lo largo de nuestros más de 60 años de trayectoria, hemos seguido invirtiendo en tecnología e innovación, consolidando una sólida experiencia y amplias competencias

La base del FMS: la automatización flexible

en la automatización de procesos en más de 200 sectores de aplicación.

El impulso del paradigma 4.0, la evolución de las tecnologías digitales y la difusión de los modelos de IA han permitido desarrollar los conceptos de **celda, fábrica y línea**, aportando nuevas perspectivas e identidad al mundo de los FMS.

FSJ: el FMS para producciones independientes y colaborativas

Al igual que la línea de producción flexible **FSL S4+P4** y que la celda **FMC**, el **FSJ** es un sistema de fabricación flexible avanzado, conectado y totalmente integrado.

Gracias a una amplia conectividad y a las soluciones tecnológicas más avanzadas, utiliza las **potencialidades de la inteligencia artificial y de la robótica** para optimizar los procesos de producción.

Además, responde a los requisitos cada vez más estrictos de **sostenibilidad ambiental y económica**, contribuyendo a desarrollar un modelo productivo eficiente y responsable.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

+ FLEXIBILIDAD OPERATIVA

Las tecnologías Salvagnini permiten la producción automática de piezas diferentes sin la intervención del operario ni paradas de la máquina para cambios de equipamiento. El software permite interrumpir la secuencia de producción de manera simple e inmediata, en caso de urgencias u otras necesidades. Además, las máquinas permanecen siempre disponibles para elaboraciones H2H.

+ VERSATILIDAD DE APLICACIÓN

Los sistemas que componen el FSJ pueden trabajar tanto en modo individual como en modo colaborativo, adaptándose a necesidades de producción diversificadas, desde la realización de lotes pequeños hasta la producción de kits complejos. La integración de almacenes intermedios y estaciones de trabajo aguas arriba y abajo asegura un nivel de flexibilidad extraordinario, ideal para optimizar los flujos productivos, y compatibles con modelos de producción *just-in-time*, reduciendo así los tiempos de espera y los despilfarros.

+ AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA AVANZADA

La integración de sistemas robotizados o robots móviles autónomos (AMR) optimiza la gestión de los flujos de producción, eliminando los cuellos de botella e incrementando la eficiencia operativa.

+ MANIPULACIÓN INTERMEDIA AUTOMÁTICA

El sistema de visión artificial RVS simplifica la gestión de las fases robotizadas, acelera las fases intermedias de reconocimiento y manipulación, maximizando el valor de la pieza terminada.

+ OPTIMIZACIÓN DE LOS ESPACIOS

El FSJ es una auténtica fábrica automática e independiente que requiere un espacio bastante reducido. Optimiza las transferencias y los métodos de manipulación de las piezas y realiza actividades en paralelo con dispositivos compactos y de alto rendimiento.



Automatización multinivel: el factor decisivo

En contextos productivos caracterizados por bajos volúmenes y rápidos cambios de producción, el hecho de incorporar dispositivos de carga/descarga automáticos a sus sistemas **permite recuperar eficiencia**.

Los **dispositivos láser**, las **máquinas combinadas** y las **paneladoras** son sistemas extremadamente rápidos, mientras que las fases de carga y descarga cada vez más a menudo corren el riesgo de transformarse en peligrosos cuellos de botella.



automatización

La propuesta de automatización Salvagnini, extremadamente **amplia** y **modular**, permite configurar de diferentes maneras cada uno de los sistemas, según las necesidades productivas, e incluye:

- dispositivos automáticos de **carga/descarga y clasificación** que reducen los tiempos de espera para abastecer la chapa y los riesgos de error o daños materiales durante el apilamiento;
- dispositivos automáticos de **carga** que anulan los tiempos de espera de las chapas entrantes, asegurando el ritmo de producción;
- dispositivos robotizados de **descarga** que aseguran la disponibilidad inmediata de la máquina para la elaboración siguiente y que hacen que la pieza esté inmediatamente disponible para las elaboraciones aguas abajo, incluso en estaciones no fabricadas por Salvagnini;
- dispositivos de **automatización intermedios** – transferidores, volteadores, etc. – que equilibran los tiempos de transferencia del material de una estación de trabajo a la siguiente;
- una amplia gama de soluciones de **software** simples e intuitivas que agilizan el proceso de producción y reducen los errores y los tiempos de intervención de los operarios.

La optimización de los procesos requiere la aplicación y el uso transversal de soluciones y dispositivos automáticos.

Las numerosas soluciones de automatización multinivel de Salvagnini, intervienen tanto en la fase productiva individual como en la eliminación de los cuellos de botella y de las actividades de bajo valor añadido:

la **máquina combinada punzonadora-láser** aúna la versatilidad del cabezal de punzonado con la precisión del corte láser. Elimina los tiempos de configuración, maximiza la eficiencia garantizando alta calidad y costes operativos reducidos;

el **cabezal láser**, con óptica única, procesa cualquier espesor y material elaborable, no requiere ajustes y agiliza los cambios de producción;

el **P-Robot** maximiza la autonomía de la celda de plegado robotizada sin mermar su flexibilidad, gracias a RV5, el sistema de visión artificial;

la **paneladora** está equipada con herramientas de plegado universales que se adaptan automáticamente a las dimensiones, geometría y **variaciones del material** de la pieza que se va a producir, en ciclo, sin paradas de máquina; no requiere cambios de equipamiento y procesa todo el rango de espesores y materiales trabajables;

las **paneladoras**, con los dispositivos ATA, ATA-L, MVM y AU-TO, adaptan automáticamente el equipamiento y la gestión de las herramientas en función de lo que deben producir, incrementando la flexibilidad y autonomía.

Versatilidad aplicada: la solución para la fábrica compacta y smart

Actualmente, en fábricas y talleres, las distintas fases operativas suelen desarrollarse en departamentos físicamente separados, lo que genera ineficiencias tanto logísticas como productivas.

La idea innovadora sobre la que se basa el **Flexible Smart Job Shop (FSJ)** consiste en **compactar las tecnologías**, eliminando distancias dentro de la fábrica para permitir elaboraciones adyacentes que **reduzcan los lead times** y minimicen manipulaciones innecesarias, sin mermar la flexibilidad operativa.

El **FSJ** se compone de **sistemas y tecnologías integradas** que operan en un **espacio optimizado y compacto**. Aunque se hayan desarrollado para funcionar principalmente en modo autónomo, también pueden operar en **flujo continuo**, gracias a soluciones de **manipulación intermedia automática y visión artificial**.

La principal ventaja de esta configuración es la **reducción de la entropía en el sistema productivo**: aunque se trabaje con tecnologías diferentes, la producción puede proceder con **tiempos ciertos, equilibrados** y a través de **flujos de trabajo eficientes**.

Varios elementos contribuyen a la versatilidad aplicativa del FSJ, entre los cuales:

- ⊕ la programación software avanzada,
- ⊕ la clasificación inteligente,
- ⊕ las tecnologías de plegado avanzadas,
- ⊕ las manipulaciones intermedias automáticas.

Todos estos aspectos han sido desarrollados y optimizados por Salvagnini a través de soluciones únicas, modulares y escalables, capaces de optimizar los espacios en la fábrica, la logística y la gestión del almacén, garantizando la máxima eficiencia y productividad.



Versatilidad

¿Cómo funciona el RVS?

El sistema adquiere una imagen del entorno, interpretándola gracias a la visión artificial. El RVS es capaz de:

- ⊕ reconocer las piezas, incluso en pilas desordenadas,
- ⊕ distinguir cada formato de chapa,
- ⊕ localizar palets y pilas sin necesidad de referencias físicas,
- ⊕ compartir en tiempo real todas las informaciones con la paneladora y el robot, que se adaptan automáticamente para garantizar una manipulación y un posicionamiento precisos.



Modos de producción:

PIEZA INDIVIDUAL

- El RVS escanea la estación de carga, reconoce la geometría de la pieza, asocia automáticamente el programa e inicia la producción hasta su finalización.
- Es ideal para pilas desordenadas con piezas iguales y reduce drásticamente los tiempos de preparación del material que se va a plegar.

LISTA DE TRABAJOS

- El RVS gestiona una lista predeterminada de piezas, reconociéndolas y tomándolas en secuencia, con un simple posicionamiento en la estación de carga.

- Es ideal para las producciones predeterminadas en las que se desea reducir el riesgo ocasionado por las actividades preparatorias manuales.

AUTORUN

- El RVS escanea la estación de carga, reconoce automáticamente las piezas y asocia el programa para cada una, elaborando las piezas hasta que se agotan.
- Es ideal en contextos en los que el P-Robot se integra con sistemas aguas arriba, ofreciendo la máxima flexibilidad.

RVS – Visión artificial para la manipulación intermedia autónoma

El RVS (Robot Vision System) es un sistema de visión artificial que automatiza las fases intermedias de **detección, manipulación y programación**. El RVS elimina la necesidad de intervención humana y **simplifica drásticamente** las operaciones de identificación de la pieza y de su posición, haciendo que **el proceso sea más rápido e intuitivo, reduciendo el riesgo de errores y mejorando la eficiencia general**.

Esta solución **incrementa la productividad sin reducir la calidad de la pieza terminada**. Gracias a su integración con P-Robot, el RVS permite procesar las piezas de manera completamente autónoma, aumentando la **flexibilidad operativa** y permitiendo la manipulación de componentes con **geometrías complejas** o que no se pueden centrar con los centradores tradicionales por gravedad.

RVS, CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA Y OPS-SFC - los elementos indispensables para lograr la máxima versatilidad

single

joblist

autorun

visio

- ⊕ El RVS es una **aplicación de visión artificial opcional** que controla en tiempo real las piezas que se van a producir para descartar la piezas no conformes.

El software **VISIO** compara la imagen adquirida con el DXF de referencia, asegurando la calidad y reduciendo las paradas de máquina.

Al finalizar la producción, un report recapitula los controles realizados.

Gracias al RVS, Salvagnini eleva la **manipulación intermedia autónoma a un nuevo nivel, mejorando la eficiencia, reduciendo los despilfarros y aumentando la productividad general**.



Clasificación y programación fáciles y flexibles

El dispositivo de **clasificación automática MCU** permite apilar ágilmente las partes con geometrías, dimensiones y pesos diferentes. Además de la estrategia de clasificación estándar, MCU puede trabajar en modo multigrabbing, lo cual permite tomar múltiples piezas en secuencia con el mismo dispositivo de sujeción de las piezas, **reduciendo drásticamente los tiempos destinados** a la separación de las piezas.

MCU facilita la trazabilidad al permitir la separación automática de las piezas según los criterios necesarios (pedido de trabajo, siguiente centro de trabajo, etc.) y **optimiza el flujo de producción**, reduciendo considerablemente los tiempos de espera entre el final de la fase de corte y el inicio de la siguiente. Permite, si es necesario, la integración física del sistema láser con paneladoras o celdas de plegado robotizadas aguas abajo.

Automatización avanzada en los procesos de clasificación

NEXUS es el software Salvagnini dedicado a la programación de los dispositivos de clasificación automática. Sus algoritmos **optimizan los agarres y los movimientos y minimizan el tiempo de apilamiento**. La simplicidad es su principal punto fuerte. Permite utilizar todas las funciones de MCU según las necesidades de uso, reduciendo los tiempos de espera intermedios y asegurando la máxima reactividad a la automatización de clasificación.

Es extremadamente flexible a la hora de gestionar escenarios de producción diversificados: de hecho, la programación se puede realizar tanto en la oficina, en la máquina o combinando ambos entornos; además, **NEXUS** puede adaptar sus propias lógicas funcionales a contextos industriales dinámicos y a la estrategia de producción elegida para un pedido específico, apilado por orden de producción, por kit, por estaciones de elaboración posteriores, etc. También permite no tener que elegir una estrategia productiva definida durante la fase de diseño y, por tanto, gestiona los escenarios de producción cambiantes (lotes grandes, lotes pequeños, kits, lotes individuales) en función de las necesidades.



OPS coordina tu fábrica en tiempo real

En el marco del proceso productivo, **OPS**, el **software de proceso modular** Salvagnini, actúa como un coordinador central, gestionando y distribuyendo la información entre todos los entornos para hacer que el proceso sea realmente eficiente.

OPS recibe en tiempo real la lista de producción del ERP/MRP de la fábrica y asiste las actividades de programación.

OPS define reglas y algoritmos para automatizar y procesar añadiendo inteligencia al sistema: puede limitar el retail máximo permitido, la eficiencia, el número de kits que se anidarán en el mismo nesting, garantizando que el sistema cumpla estas lógicas.

OPS puede tomar decisiones independientes, de acuerdo con una lógica de producción o con una combinación de múltiples lógicas de producción. Permite intercambiar información entre diferentes tecnologías como, por ejemplo, los componentes de un FSJ (Flexible Smart Job shop).

Organiza la producción estableciendo prioridades, gestionando los posibles cambios o anulaciones de pedidos y comprobando la disponibilidad de los materiales brutos o de las piezas semielaboradas necesarias para la producción;

crea automáticamente los nestings de corte, agrupando las piezas por tipo de material, espesor, orden de producción y pedido;

envía retroalimentación al sistema de gestión de la fábrica actualizando en tiempo real la disponibilidad del material y el estado de la producción, una pieza a la vez.

Soluciones avanzadas para la gestión logística: el módulo **OPS Shop Floor Control** integra soluciones para el etiquetado, rastreo y gestión del almacén, tanto aguas arriba como abajo de las actividades de corte, para ayudar a los operarios en la gestión logística de las piezas. El software permite visualizar en un monitor intuitivo de pantalla táctil, o imprimir en una etiqueta, la información característica de la pieza como el código de identificación, el código de pedido, la siguiente estación de trabajo; también puede llevar un código de barras en la etiqueta para activar automáticamente el siguiente programa de elaboración.

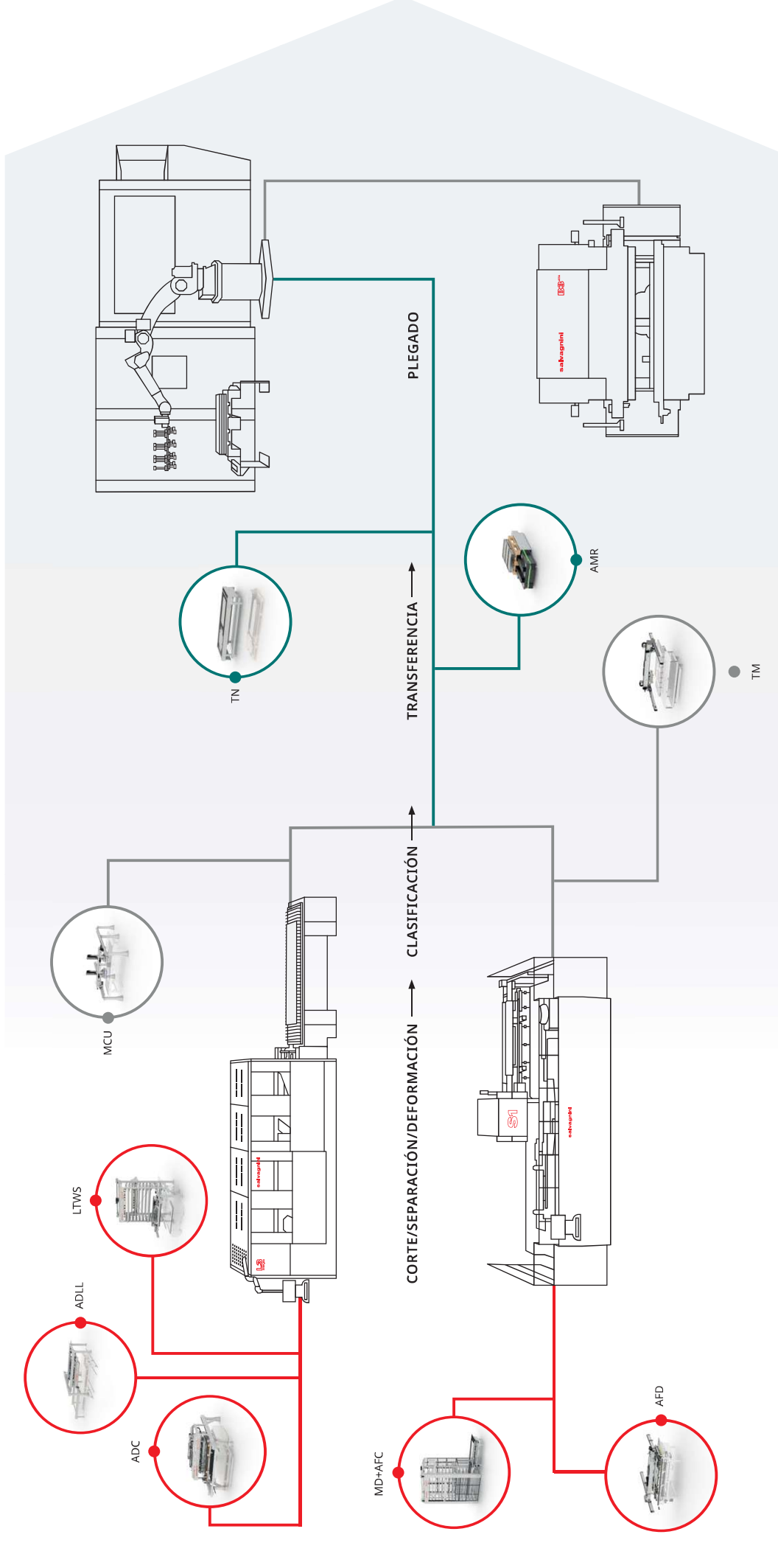
OPS Shop Floor Control devuelve la información al ERP de fábrica, marcando la parte tomada como completada y actualizando la lista de producción. Es una tecnología simple que ayuda a reducir el tiempo de clasificación y logística de las piezas fabricadas, evitando errores de identificación, reduciendo los costes de proceso y aumentando la reactividad de la producción.

Los componentes del FSJ

El **Flexible Smart Job Shop (FSJ)** representa la integración de tecnologías avanzadas, softwares inteligentes, soluciones de visión e inteligencia artificial (IA), robótica y automatización para ofrecer una respuesta dinámica a los desafíos del mercado actual.

Este sistema combina tecnologías avanzadas para el **corte**, la **separación**, el **plegado** y el **panelado**, integrándose con soluciones automáticas y robotizadas para la carga y descarga, la manipulación y la transferencia intermedia de los materiales.

- ALIMENTACIÓN
- DESCARGA
- TRANSFERENCIA



Máquina combinada punzonado-láser



S1

Corte laser con prestaciones superiores



L3.G4

- + Cabezal de punzonado híbrido:** se adapta al material, espesor y área que se va a punzonar, alberga hasta 59 herramientas thick turret, siempre disponibles sin cambios de equipamiento ni intervenciones manuales. La carrera controlada amplía las elaboraciones (offset, nervados), reduce los tiempos de ciclo y mejora la calidad.
- + Corte láser flexible:** el cabezal, que se mueve a lo largo del eje Y (290 mm), acelera el corte y permite la máxima libertad geométrica.

DATOS MÁQUINA		S1.30	S1.40
Características técnicas			
Dimensiones máximas de la hoja (mm)		3048 x 1524	4064 x 1524
Diagonal máxima de la hoja (mm)		3466	4340
Dimensiones mínimas de la hoja (mm)		370 x 300	

Punzonado		
Espesor máximo del material (mm):		5,0
Acero, UTS 410 N/mm ²	5,0	
Acero inoxidable, UTS 660 N/mm ²	5,0	
Aluminio, UTS 265 N/mm ²	5,0	
Espesor mínimo del material (mm)	0,5	

Láser		
Tecnología		corte de fibra
Fuente		fibra
Potencia fuente (W)		2000 - 3000
Espesor máximo del material (mm):		5,0
Gas de asistencia		nitrógeno y aire comprimido

- + Fuente fibra 3kW:** altas velocidades de corte con consumos reducidos.
- + Tecnologías adaptativas:** eliminan los descartes y las correcciones, ajustan automáticamente la programación según las dimensiones reales de la chapa y compensan la dilatación térmica para obtener una precisión absoluta.

- + Diseño innovador** que garantiza la máxima accesibilidad y una elevada rigidez y precisión.
- + Cabezal de corte único:** abarca todo el rango de espesores elaborables.
- + Fuente de alta densidad de potencia:** altas velocidades de corte con consumos energéticos reducidos.
- + ACUT:** utiliza aire comprimido tratado para cortar chapas de hasta 20 mm, con una productividad similar al nitrógeno pero con **costes reducidos**.

MODELOS	L3-30.64
Campo de trabajo XY (mm)	3048 x 1524
Carrera eje Z (mm)	160
Máxima velocidad XY (m/min)	170
Precisión ¹	
Error de posicionamiento Pa	0,05 mm
Dispersión de posicionamiento media Ps	0,03 mm

	FUENTE DE FIBRA					
	2000 W	3000 W	4000 W	6000 W	8000 W*	8000 W
Capacidad de corte (espesor máximo en mm)²						
Acero	15	20	20	25	25	25
Acero inoxidable	10	12	15	20	20	25
Aluminio	8	10	15	20	20	25
Cobre	5	8	8	8	10	10
Latón común	5	6	8	8	10	10
Espesor mínimo (mm)						0,5
Consumo (en kW)						
Potencia máxima absorbida (en kW) ³	16	18	21	28	28	34
Potencia media absorbida (en kW) ⁴	11	12	13	16	16	20

¹Medida calculada según la norma VD3441 relativa a las longitudes máximas de los ejes.

²La calidad de corte de los espesores límite puede depender de las geometrías requeridas, de la calidad del material y de las condiciones operativas del sistema. En los valores límite, el corte puede presentar rebabas en la parte inferior. Los valores se refieren a los materiales de referencia de Salgottini.

³Potencia máxima calculada en un sistema con configuración estándar (máquina, fuente, refrigerador, extractor de humo), en 3 ciclos de corte de acero dulce entre 0,8 y 6 mm.

⁴Potencia media calculada en un sistema con configuración estándar (máquina, fuente, refrigerador, extractor de humo), en 3 ciclos de corte de acero dulce entre 0,8 y 6 mm.

*Versión de alta eficiencia.

La solución smart
para el plegado



P-Robot

Aplicación que integra una paneladora con un **robot antropomórfico**. Garantiza la máxima flexibilidad, eficiencia y adaptabilidad a diversas necesidades de producción, reduciendo los tiempos de equipamiento y mejorando la productividad.

+ 4 Modos operativo

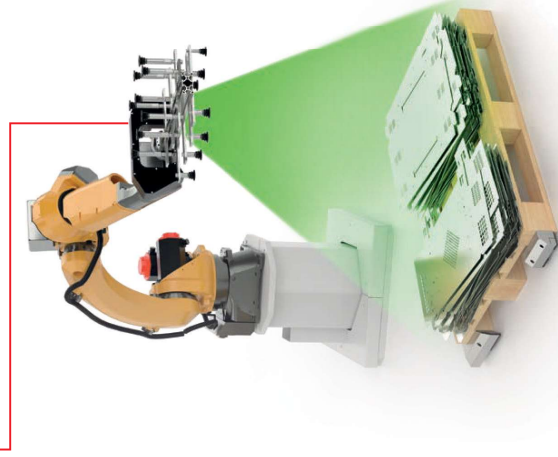
- **R2R (Robot to Robot):** el robot gestiona la carga, la descarga y el apilamiento en turnos sin presencia de operario o en contextos con un único operario que supervisa varios sistemas.
- **R2H (Robot to Human):** el robot se encarga solo de la carga, mientras que el operario descarga y completa la elaboración en otras máquinas, como plegadoras o soldadoras.
- **H2R (Human to Robot):** el operario carga la pieza, mientras que el robot descarga el panel al final del ciclo; es ideal para producciones con lote individual y altamente diversificadas.
- **H2H (Human to Human):** la paneladora es gestionada totalmente por el operario.

+ Software inteligente para una integración perfecta

- **STREAMBEND:** crea programas de panelado que pueden utilizarse tanto en P-Robot como en paneladoras sin robot.
- **MOVE:** a bordo de la máquina, adquiere el programa, calcula automáticamente las trayectorias del robot y gestiona los movimientos intermedios para lograr un proceso fluido y optimizado.

+ Visión artificial para respaldar la manipulación

- **RVS** utiliza un sistema de visión artificial que automatiza las fases intermedias de detección, manipulación y programación.



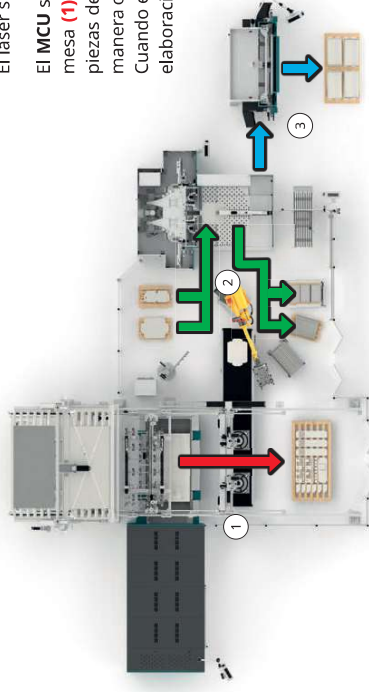
salvagnini

Estrategias de producción

Máquinas independientes

El láser se encarga del corte de las chapas.

El **MCU** se encarga de dividir las piezas en la mesa **(1)**, mientras que el **P-Robot** toma las piezas de la estación de carga y las apila de manera ordenada según las necesidades **(2)**. Cuando es necesario, el operario termina las elaboraciones en la plegadora **(3)**.



Producción convergente

L3/P-Robot/P2 en flujo para kit.

Una vez terminado el proceso de corte, el **MCU** divide las piezas y las envía mediante el transportador.

El **P-Robot** las coge y las produce de manera autónoma gracias a **RVS**.

La producción puede enviarse a una elaboración aguas abajo **(1)** o apilarse de manera dinámica **(2)**.

