

· INGENIERÍA APLICADA

Cómo elegir tu primer cobot

Qué evaluar antes de comprar, cómo leer especificaciones, errores comunes del primer proyecto y checklist técnico de decisión.

Escrito por ingenieros, no por marketing.

57k

COBOTS
INSTALADOS
GLOBALMENTE EN
2023

10%

DE INSTALACIONES
INDUSTRIALES
NUEVAS

7

MARCAS
COMPARADAS
EN ESTE
DOCUMENTO

28

PÁGINAS DE
CRITERIO
TÉCNICO
VERIFICABLE

Innobot México

Distribución, integración y financiamiento
de tecnología industrial · Torreón, Coahuila

DOC-INB-2026-LM01
V1.0 · ABRIL 2026

La verdad incómoda sobre el primer cobot

Lo que la mayoría aprende cuando ya gastó el dinero.

La forma incorrecta de comprar un primer cobot es empezar por la marca. La forma correcta es empezar por la **física del proceso**, la **evaluación de riesgos** y la **arquitectura de integración**. En la práctica, la mayoría de los sobrecostos iniciales no vienen del brazo robótico en sí, sino de una mala definición de carga útil real, centro de gravedad, herramienta, fijación, comunicación con PLC y validación de seguridad.

Además, **"colaborativo" no significa "sin riesgo" ni "sin resguardos"**: las normas vigentes siguen exigiendo evaluación de riesgos, integración segura y validación de la aplicación completa. Desde 2025, la serie ISO 10218 fue revisada, mientras que ISO/TS 15066 sigue siendo la referencia específica para aplicaciones colaborativas.

Si el proceso requiere fuerza elevada, velocidades sostenidas, herramienta peligrosa o takt muy agresivo, el "beneficio colaborativo" puede perder valor rápidamente. En esos casos, un robot industrial convencional con celda resguardada es la opción técnica correcta.

EL ERROR MÁS CARO

Comprar el brazo "correcto" para una aplicación mal definida. Más del 70% del retraso de arranque viene de ingeniería incompleta, no de selección de hardware.

EL DATO QUE IMPORTA

Carga total en la brida (pieza + EOAT + adaptadores + cableado), no la masa neta de la pieza. Y siempre cruzado con el offset del centro de gravedad.

EL CRITERIO QUE SEPARA PROYECTOS

Repetibilidad \neq exactitud. Para pick-and-place referenciado, basta repetibilidad. Para ensamble fino, necesitas exactitud y, muchas veces, calibración.

EL DETALLE QUE ROMPE CELDAS

"Soporta EtherNet/IP" no significa lo mismo en todas las marcas. Pregunta por **rol** (adapter, scanner, master, slave), tamaño de I/O y watchdog.

Contenido de la guía

10 secciones · 1 checklist técnico · 5 plantillas de cálculo

01	Contexto técnico de la industria	04
	Tendencias IFR, oferta de fabricantes, bandas de precio reales	
02	Criterios de evaluación que sí cambian el resultado	06
	Carga útil, alcance, repetibilidad vs exactitud, seguridad y comunicación	
03	Arquitectura de control mínima	09
	Diagrama de integración PLC / SCADA / Robot / Seguridad	
04	Cómo leer y comparar hojas de datos	10
	Tres filtros para no comparar manzanas con peras	
05	Comparativa cuantitativa de 7 modelos de referencia	12
	UR, ABB, FANUC, OMRON, Doosan, Elite Robots, Rokae	
06	Comparativa de integración, seguridad y servicio	14
	Lo que las hojas técnicas no muestran en una sola página	
07	8 errores comunes del primer proyecto	16
	Efecto típico y mitigación mínima exigible	
08	Piloto, KPIs y criterios de aceptación	18
	Cómo validar antes de escalar	
09	Plantillas de cálculo	20
	Ciclo, ventosa de vacío, eje externo, TCO 3 años	
10	Checklist técnico de compra	23
	17 ítems críticos. Si una fila queda en blanco, la compra está incompleta.	

Contexto técnico de la industria

Datos, no narrativa. Lo que el mercado realmente está diciendo.

La International Federation of Robotics reportó que en 2023 las instalaciones de robots colaborativos fueron **57,000 unidades**, equivalentes al **10% de las instalaciones industriales nuevas**. Fue el primer retroceso anual del segmento, aunque la propia IFR mantiene a los cobots dentro de las tendencias estructurales de expansión hacia nuevas aplicaciones, junto con IA, gemelos digitales y manipuladores móviles.

4M+

STOCK GLOBAL DE
ROBOTS
INDUSTRIALES

57k

COBOTS INSTALADOS
EN 2023

10%

PARTICIPACIÓN
COBOTS VS ROBOTS
INDUSTRIALES
NUEVOS

#15

POSICIÓN DE MÉXICO
EN INSTALACIONES
IFR 2023

Fuentes: IFR World Robotics 2024, IFR Press Release 2024.

El cobot como herramienta útil, pero no universal

Para quien compra su primer sistema, el dato importante no es sólo que los cobots sigan creciendo en usos, sino **cómo están cambiando esos usos**. La IFR identifica como impulsores principales: expansión a nuevas aplicaciones, avance de sensores y visión, integración digital, escasez de mano de obra y necesidad de automatización accesible para pymes. Eso significa que el valor del cobot hoy depende tanto de su capacidad mecánica como de su **facilidad para integrarse** con visión, EOAT, PLC, trazabilidad y simulación.

Oferta y ecosistema

Los referentes más visibles para un primer proyecto son **Universal Robots, ABB, FANUC, OMRON/Techman, Doosan Robotics**, además de actores con propuesta de valor / precio agresiva como **Elite Robots** y **Rokae**. Universal Robots publica una familia que llega hasta 35 kg y 1750 mm; ABB posiciona GoFa en 5, 10 y 12 kg; FANUC declara cargas de 4 a 35 kg en CR/CRX; Doosan presume "largest cobot lineup" con modelos hasta 30 kg; OMRON empuja una propuesta diferenciada con visión integrada y ecosistema TMflow.

Bandas de precio: tres capas que conviene separar

En precio, conviene separar **brazo + controlador, celda integrada** y **costo total de propiedad**. Muchos OEM no publican MSRP oficial abierto. Como referencias públicas observadas en 2026:

REFERENCIA PÚBLICA	PRECIO OBSERVADO	FUENTE / CONTEXTO
OMRON / Techman TM12S	32,800 €	Distribuidor europeo
Universal Robots UR10e	39,707 €	Distribuidor europeo
Doosan MI013	≈ US\$42,000	Distribuidor
Bundle OMRON TM12 configurado	> US\$66,000	Según configuración
Elite Robots EC612	≈ US\$26,500	Distribuidor norteamericano
Aplicación cobot completa (UR)	25,000 – 80,000 €	Universal Robots, banda oficial

Las cifras anteriores son orden de magnitud. La cotización final depende fuertemente del EOAT, seguridad funcional, ingeniería de integración y soporte local.

I CONCLUSIÓN ACCIONABLE

La madurez del mercado mexicano ya hace razonable pedir a cualquier proveedor evidencia concreta de servicio en campo, tiempos de respuesta, stock de refacciones, soporte de PLC local y capacidad de FAT/SAT. Eso es más importante que una diferencia marginal de catálogo, porque el mayor costo del primer proyecto no suele ser la compra: **es el retraso en arranque.**

Criterios que sí cambian el resultado

Cinco variables donde se gana o se pierde el proyecto.

1. Carga útil real, no nominal

La carga útil debe leerse siempre como **carga total en la brida**, no como peso neto de la pieza. Eso incluye pinza, brackets, adaptadores, sensores, mangueras y cualquier masa efectiva en el extremo. En varios OEM, el payload nominal está condicionado además por offset del centro de gravedad y por condiciones de movimiento. ABB publica diagramas de carga por modelo y offset; OMRON dedica una sección explícita a la relación entre payload y centro de gravedad; y Doosan publica límites de par, velocidad y fuerza por arquitectura.

! REGLA PRÁCTICA DE INGENIERÍA

Una compra técnicamente correcta empieza con **masa total + centro de gravedad + aceleración requerida**, no con la masa de la pieza aislada. Si el proceso requiere aceleraciones agresivas, considera no exceder el **80–90% del payload nominal**.

2. Alcance útil \neq alcance de catálogo

Algunos fabricantes publican alcance a muñeca y otros a brida o al extremo de la herramienta. ABB, por ejemplo, distingue entre **alcance de muñeca** y **alcance de brida**; otros publican el reach nominal del brazo. Eso vuelve inválidas muchas comparaciones rápidas. Si el proceso implica entrar a una máquina, librar un fixture profundo o operar con herramientas largas, el dato relevante es **la envolvente útil con herramienta instalada**, no el reach de catálogo.

3. Repetibilidad no es exactitud

La **repetibilidad** indica qué tan consistentemente vuelve el robot al mismo punto. La **exactitud** indica qué tan cerca queda del punto teórico programado. La mayoría de las hojas de datos publican repetibilidad según ISO 9283, pero no siempre exactitud.

- Para **pick-and-place con referencia fija**, la repetibilidad suele bastar.
- Para **ensambles finos, trayectorias de precisión o procesos calibrados offline**, la exactitud y la calibración importan mucho más.

4. Seguridad: lo que sí cuenta no es la cantidad de funciones

Lo decisivo no es el número de funciones de seguridad "integradas", sino **cómo se validan dentro de la celda real**. Las normas aplicables son [ISO 10218-1:2025](#) para el robot, [ISO 10218-2:2025](#) para aplicaciones e integración de celdas, e [ISO/TS 15066:2016](#) para colaboración.

MARCA	DECLARACIÓN PÚBLICA
ABB GoFa	Sensores de par en cada articulación, certificación Cat 3 / PL d
Universal Robots	Funciones de seguridad configurables PL d Cat 3, PROFIsafe
OMRON / Techman	31 funciones de seguridad certificadas, Cat. 3 PL d, TÜV Nord
Doosan M-series	Torque sensors en 6 ejes; PL e/Cat 4 a nivel plataforma; PL d/SIL2 funciones específicas
FANUC CR/CRX	Series colaborativas "safety-certified" con anti-trap protection
Elite Robots EC/CS INNOBOT	Más de 20 funciones de seguridad configurables, ISO 10218-1, ISO 13849-1, IP54
Rokae xMate CR INNOBOT	21 funciones de seguridad TÜV, controlador independiente certificado, PL d / Cat 3, IP67

✘ NO INFIERAS DESEMPEÑO NORMATIVO POR MARKETING

La decisión correcta es **pedir el paquete documental exacto del modelo y software ofertados**. Las funciones, niveles y certificados varían por revisión de firmware, opciones del controlador y región.

5. Integración con PLC/SCADA: el error más caro del primer proyecto

Asumir que "tener EtherNet/IP o PROFINET" significa lo mismo en todos los robots **es falso**. UR documenta explícitamente que opera como EtherNet/IP **Adapter** y PROFINET **device**. Doosan publica ModbusTCP **Master/Slave**, PROFINET IO **Device** y EtherNet/IP **Adapter**. FANUC documenta en R-30iB Plus soporte para EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT y Modbus, pero la disponibilidad efectiva depende de opciones y controlador.

? LAS 4 PREGUNTAS QUE SÍ IMPORTAN EN COMPRAS

1. **¿En qué rol?** Adapter, scanner, master, slave, device
2. **¿Con qué tamaño de I/O?** Cantidad real de bytes intercambiados
3. **¿Con watchdog?** Detección de pérdida de comunicación
4. **¿Con licencia?** Algunos protocolos requieren paquete adicional

6. Lo "no-glamoroso" que sí define la viabilidad

El **peso del brazo, footprint, rigidez de base, protección IP, consumo y mantenimiento** sí cambian la viabilidad del proyecto. TM y ABB, por ejemplo, meten advertencias explícitas sobre fijación, superficie y fuerzas de reacción. FANUC publica consumo promedio de 0.3 kW y peso de 40 kg para CRX-10iA/L. UR12e publica footprint de Ø190 mm, brazo de 33.3 kg y consumo promedio de 615 W. ABB publica 48 kg para GoFa 12/1.27, patrón 170×170 mm con 4 tornillos M10 y mantenimiento preventivo anual obligatorio para conservar garantía extendida.

FOOTPRINT

Define la posibilidad de instalar en línea existente. Pedestal Ø190 mm (UR12e) puede salvarte un proyecto.

RIGIDEZ DE BASE

Si la mesa vibra, la repetibilidad de catálogo no se alcanza. Patrón de barrenos M10 ≠ tornillos M6.

MANTENIMIENTO

FANUC publica "8 años, zero maintenance" en CRX. Otros requieren preventivo anual para mantener garantía.

¿Tu proyecto cae en la zona gris?

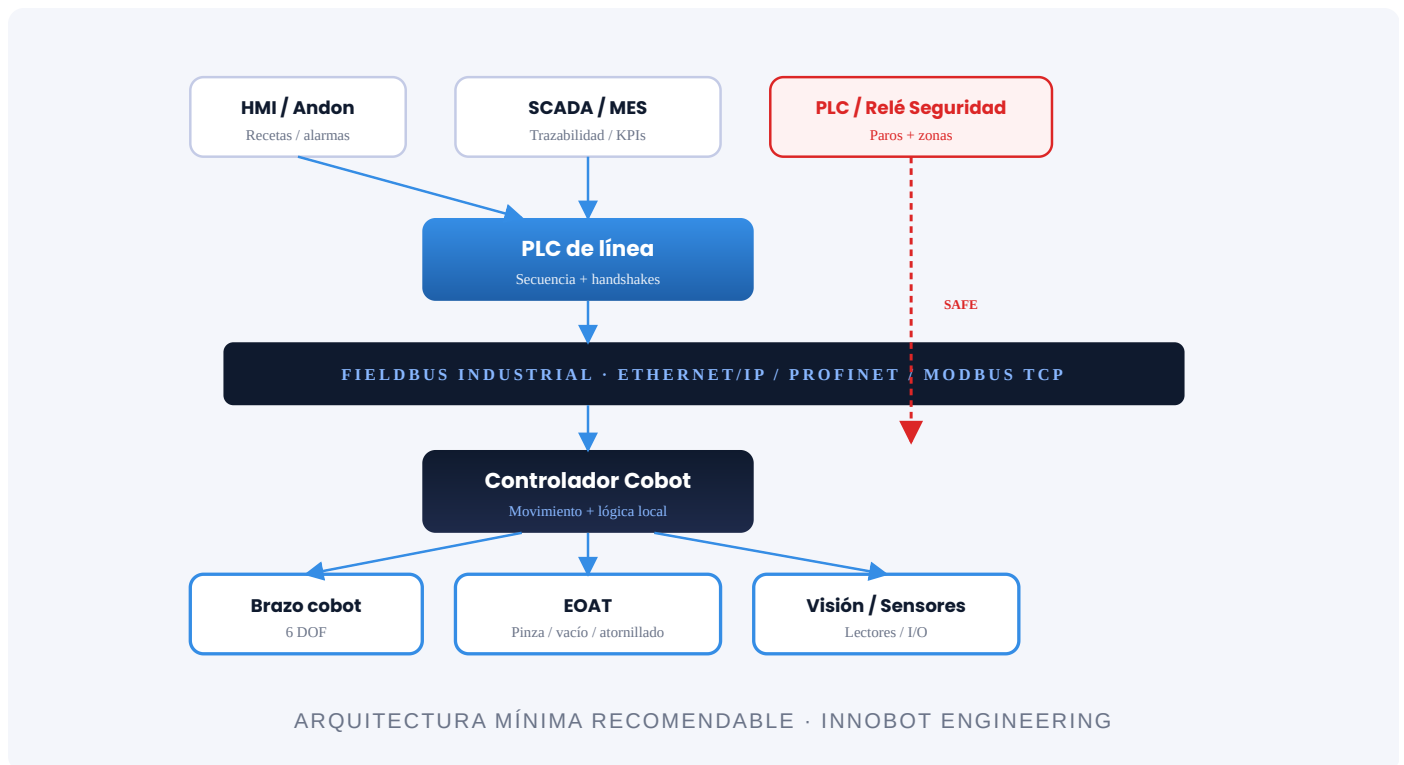
Si tienes pieza, takt y layout pero no sabes qué cobot pedir, agenda 30 minutos con el equipo técnico de InnoBot. Salimos con una preselección de 3 modelos justificados, no con un PDF genérico.

[Agendar evaluación técnica →](#)

Arquitectura de control mínima

Lo que debe estar definido antes de cotizar.

El siguiente diagrama resume la arquitectura recomendable para un primer piloto serio: el PLC manda secuencia y handshakes, el sistema de seguridad gobierna paros y zonas, el controlador del robot concentra movimiento y lógica local, y los KPI deben registrarse **fuera del teach pendant** para que el piloto produzca datos confiables.



TRES REGLAS DE ARQUITECTURA

1. El **PLC** es el orquestador. El controlador del robot es un esclavo de movimiento, no el cerebro de la celda.
2. La **seguridad** es un canal independiente. Nunca se mezcla con la lógica de proceso.
3. Los **KPI** se publican a SCADA/MES desde el PLC, no desde el teach pendant.

Cómo leer y comparar hojas de datos

Tres filtros para no comparar manzanas con peras.

Filtro 1: separa datos del brazo de datos del controlador

Un IP65 en brazo no te protege una caja IP54. Un consumo del controlador no equivale a consumo de celda. Esto suena obvio pero es la causa #1 de mal dimensionamiento eléctrico.

Filtro 2: detecta la base normativa y la revisión documental

Verifica si el dato está publicado bajo **ISO 9283**, con qué revisión documental y si cambia entre la página HTML, el PDF descargable y la versión de software. En esta misma investigación apareció un caso útil: la documentación de UR12e muestra **20 funciones de seguridad configurables** en el HTML en español y **21** en la ficha PDF de mayo de 2025. Eso no descalifica al robot, pero sí obliga a amarrar la cotización a una [revisión documental exacta](#).

Filtro 3: identifica qué columnas son comparables y cuáles no

Repetibilidad ISO 9283 vs precisión de catálogo no son comparables. Reach a muñeca vs reach a brida no son comparables. Payload con CoG en brida vs payload con CoG offset no son comparables.

Aplicación práctica: cómo gana cada uno

SI NECESITAS ALCANCE

FANUC CRX-10iA/L gana con 1418 mm. **Rokae CR12-C** también es competitivo con 1434 mm.

SI NECESITAS REPETIBILIDAD

ABB GoFa publica 0.02 mm. **Rokae CR12-C** y **OMRON TM12S** publican 0.03 mm.

SI NECESITAS VISIÓN NATIVA

OMRON TM12S entra fuerte por visión integrada y reducción de BOM externo.

SI NECESITAS PRECIO

Elite Robots EC612 ofrece 12 kg / 1304 mm a precio significativamente menor que UR/ABB.

SI NECESITAS IP INDUSTRIAL

Rokae CR12-C ofrece IP67 en brazo. **ABB GoFa** y **FANUC CRX** también IP67.

SI NECESITAS ECOSISTEMA

Universal Robots sigue partiendo con ventaja por software, documentación y base instalada.

! LO QUE LA MARCA YA NO DECIDE

Hace 5 años la marca era diferenciador casi total. Hoy, con plataformas como Elite Robots y Rokae alcanzando paridad técnica en payload/reach/repetibilidad a 40-60% del precio occidental, la decisión correcta combina **hardware adecuado + soporte local validable + ingeniería que entiende tu proceso**. Comprar marca premium sin proceso definido es desperdicio. Comprar marca económica sin soporte local validado es riesgo.

Comparativa cuantitativa

7 modelos en clase 10–12 kg / 1.3–1.4 m de alcance.

Esta clase es la zona donde convergen la mayoría de aplicaciones típicas de primer proyecto: pick-and-place, machine tending, empaque, inspección, paletizado ligero y algunas tareas de soldadura o dispensing. Los datos provienen de fichas técnicas y páginas oficiales de cada fabricante.

MODELO	CARGA ÚTIL	ALCANCE	REPETIBILIDAD	GDL	PESO BRAZO	FOOTPRINT	PROTECCIÓN
URI2e Universal Robots	12.5 kg	1300 mm	±0.05 mm	6	33.3 kg	Ø190 mm	IP54 / IP44
GoFa CRB 15000-12/1.27 ABB	12 kg	1.27 m muñeca / 1.38 m brida	0.02 mm	6	48 kg	170 × 170 mm, 4×M10	IP67
CRX-10iA/L FANUC	10 kg	1418 mm	±0.04 mm	6	40 kg	190 mm	IP67 cuerpo, muñeca y J3
TM12S OMRON / Techman	12 kg	1300 mm	±0.03 mm	6	33.3 kg	n/d público	IP65 / IP54
M1013 Doosan Robotics	10 kg	1300 mm	±0.05 mm	6	33 kg	n/d público	IP54
EC612 INNOBOT Elite Robots	12 kg	1304 mm	±0.03 mm	6	33.5 kg	Ø200 mm	IP65 / IP68
xMate CR12-C INNOBOT Rokae	12 kg	1434 mm	±0.03 mm	6	43 kg	n/d público	IP67 cuerpo / IP54 controlador

Datos de fichas técnicas oficiales: Universal Robots, ABB, FANUC, OMRON/Techman, Doosan, Elite Robots, Rokae. "n/d público" significa que el dato no aparece de forma explícita en la ficha pública revisada y debe solicitarse en la propuesta técnica formal.

Lecturas rápidas de la tabla

1 ANÁLISIS TÉCNICO IMPARCIAL

- **Mejor alcance puro:** Rokae xMate CR12-C (1434 mm) y FANUC CRX-10iA/L (1418 mm).
- **Mejor repetibilidad publicada:** ABB GoFa (0.02 mm); Elite EC612, Rokae CR12-C y OMRON TM12S empatan en 0.03 mm.
- **Mejor protección IP:** ABB GoFa, FANUC CRX y Rokae CR12-C alcanzan IP67 en cuerpo.
- **Brazo más ligero:** UR12e, OMRON TM12S y Doosan M1013 (~33 kg). Importante si la celda es móvil (sobre AGV) o si la base no resiste mayor masa.
- **Mejor footprint estándar publicado:** UR12e (Ø190 mm) y FANUC CRX (190 mm).

Visualización: alcance vs repetibilidad

Cada burbuja representa un modelo. Eje horizontal: alcance publicado. Eje vertical: repetibilidad (más bajo es mejor). Tamaño de burbuja: peso del brazo.



En la zona de mayor valor técnico (alcance largo + repetibilidad fina) aparecen **Rokae CR12-C** y **ABB GoFa 12/1.27**. Para procesos de pick-and-place donde basta repetibilidad media, **Elite EC612** ofrece una propuesta competitiva con costo significativamente menor que UR/ABB en la misma clase.

Integración, seguridad y servicio

Lo que las hojas técnicas no muestran junto en una sola página.

MODELO	SEGURIDAD PUBLICADA	PROGRAMACIÓN	PLC / FIELDBUS	I/O PUBLICADO
UR12e	PL d Cat 3; 20–21 funciones configurables según versión documental	PolyScope 5 / PolyScope X, pantalla 12"	Modbus TCP, EtherNet/IP Adapter, PROFINET, PROFIsafe	Caja: 16 DI / 16 DO / 2 AI / 2 AO. Herramienta: 2 DI / 2 DO / 2 AI
ABB GoFa 12/1.27	Sensores de par 6 ejes, SafeMove Collaborative, Cat 3 / PL d	FlexPendant, lead-through, Wizard Easy Programming	OmniCore declara protocolos principales; matriz exacta por opción	Conexiones de cliente en brazo; matriz I/O no consolidada en ficha pública
FANUC CRX-10iA/L	Serie "safety-certified" con anti-trap protection	Tablet Teach Pendant, drag-and-drop	R-30iB Plus: EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT, Modbus (según opción)	Brazo superior: 2 / 2; RS485 incluido
OMRON TM12S	31 funciones de seguridad certificadas, Cat. 3 PL d, TÜV Nord	TMflow, TMScript, TMCraft, TMSimulator	PROFINET, EtherNet/IP, Modbus, EtherCAT (familia TM AI Cobot S)	Consolidado no publicado en una sola tabla
Doosan M1013	6 torque sensors; PL e/Cat 4 plataforma; PL d/SIL2 funciones específicas	Teach pendant, control fuerza/compliance, smart setup, DART	ModbusTCP Master/Slave, PROFINET IO Device, EtherNet/IP Adapter	Controlador 16/16 DI/DO; herramienta: 6 DI / 6 DO + 24V/3A
Elite EC612 INNOBOT	Más de 20 funciones configurables, ISO 10218-1, ISO 13849-1	Teach pendant Elite, ELiVate / ELITE OS	RS485, RS232, Ethernet TCP/IP, Modbus TCP/RTU, EtherNet/IP slave, PROFINET slave, CC-Link slave (opcional)	Documentación pública vía datasheet del distribuidor
Rokae xMate CR12-C INNOBOT	21 funciones de seguridad TÜV; controlador independiente certificado; ISO 13849-1 PL d / Cat 3	xCore (control system propio), force-position hybrid framework	Modbus TCP, EtherNet/IP, PROFINET; controlador externo amplía recursos	Mayor cantidad de I/O en controlador externo vs interno

! LECTURA CORRECTA DE ESTA TABLA

Comunicación, seguridad y mantenimiento **dependen del controlador, software y licencias**, no sólo del brazo. En especial ABB, FANUC y Doosan requieren validar la matriz exacta de opciones y certificados en la **configuración cotizada**. En UR y Doosan, la revisión de software cambia el detalle documental de algunas funciones.

Mantenimiento y garantía

MODELO	GARANTÍA / MANTENIMIENTO PUBLICADO
FANUC CRX	"8 años, zero maintenance" según comunicación pública del fabricante
ABB GoFa	Garantía estándar 12 meses; extensiones disponibles asociadas a mantenimiento preventivo anual
Elite EC612 INNOBOT	El fabricante documenta hasta 35,000 horas sin mantenimiento bajo condiciones extremas, según material oficial
UR12e, OMRON TM12S, Doosan M1013, Rokae CR12-C	Garantía estándar no publicada explícitamente en ficha pública revisada — solicitar por contrato

Innobot puede entregar la matriz completa

Para los modelos que distribuimos directamente (Elite Robots y Rokae), entregamos hoja técnica firmada por número de parte, revisión de software y matriz exacta de I/O y protocolos en la configuración cotizada. Sin "según opción".

WhatsApp técnico: +52 871 164 6863 →

8 errores comunes del primer proyecto

Patrón repetido. Mitigación mínima exigible.

El patrón de fallo del primer proyecto es bastante repetitivo: se compra un brazo "correcto" para una aplicación mal definida. Las normas y manuales repiten los mismos mensajes con palabras distintas: el integrador debe hacer evaluación de riesgos; el montaje debe resistir fuerzas reales de operación; la herramienta cuenta contra el payload; la comunicación industrial debe validarse por rol y no por nombre de protocolo; y la celda debe verificarse en puesta en marcha, operación y mantenimiento.

El proyecto fracasa más por ingeniería incompleta que por especificación insuficiente del robot.

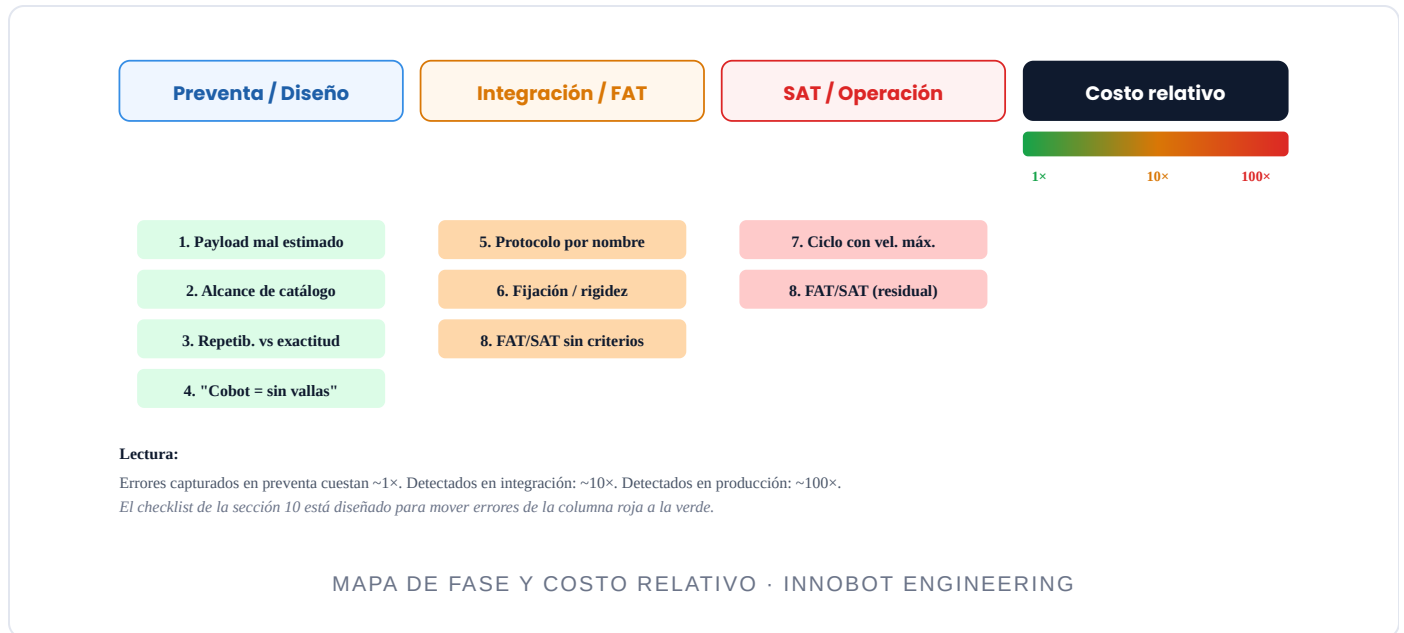
ERROR COMÚN	EFEECTO TÉCNICO TÍPICO	MITIGACIÓN MÍNIMA EXIGIBLE
1. Seleccionar por payload nominal y no por masa total en brida	Saturación del brazo, paros, reducción de vida útil, pérdidas de precisión	Calcular masa total + offset CoG + aceleración requerida; validar con diagrama de carga del OEM
2. Suponer que alcance de catálogo = alcance útil	Inaccesibilidad a fixture, puerta de máquina o pallet	Simular con EOAT real, fixture y puntos extremos; validar singularidades
3. Confundir repetibilidad con exactitud	Fallas en ensamble fino o trayectorias calibradas	Pedir dato de exactitud si el proceso lo necesita; contemplar calibración / visión / palpado
4. Asumir que "cobot" = sin vallas ni análisis adicional	Riesgo residual no aceptable y rehacer seguridad a mitad del proyecto	Hacer evaluación de riesgos desde el inicio; validar modo colaborativo por aplicación, no por marketing
5. Elegir protocolo por nombre, no por rol	Handshakes fallidos, watchdogs disparados, re-trabajo de PLC	Definir desde preventa: device/adapter/scanner/master/slave, mapa de tags y tiempos
6. Subestimar fijación y rigidez de base	Vibración, variación de repetibilidad, falsas colisiones	Verificar rigidez, planicidad, tornillería, torque de montaje y reacción dinámica
7. Modelar ciclo con velocidad máxima de catálogo	ROI irreal, incumplimiento de takt	Usar ciclo cronometrado con pick, settle, I/O, seguridad y variabilidad P95
8. Omitir FAT/SAT con criterios cuantificados	Arranque subjetivo y discusiones interminables en planta	Definir aceptación por tiempos de ciclo, calidad, paros, seguridad y MTTR

✘ ESTAS NO SON "BUENAS PRÁCTICAS OPCIONALES"

Son el **mínimo** para que el primer proyecto no se vuelva una integración reactiva. Los manuales públicos de ABB, OMRON/Techman y Doosan son especialmente claros en montaje, riesgos, payload y operación segura. UR y FANUC subrayan que la integración de protocolos y funciones de seguridad debe validarse en la **celda específica**, no en simulador.

Mapa de impacto: cuándo se manifiesta cada error

Los errores no son equivalentes. Algunos te bloquean la cotización; otros sólo se descubren en SAT o en producción. El siguiente mapa muestra **en qué fase del proyecto explota cada uno** y cuánto cuesta corregirlo.

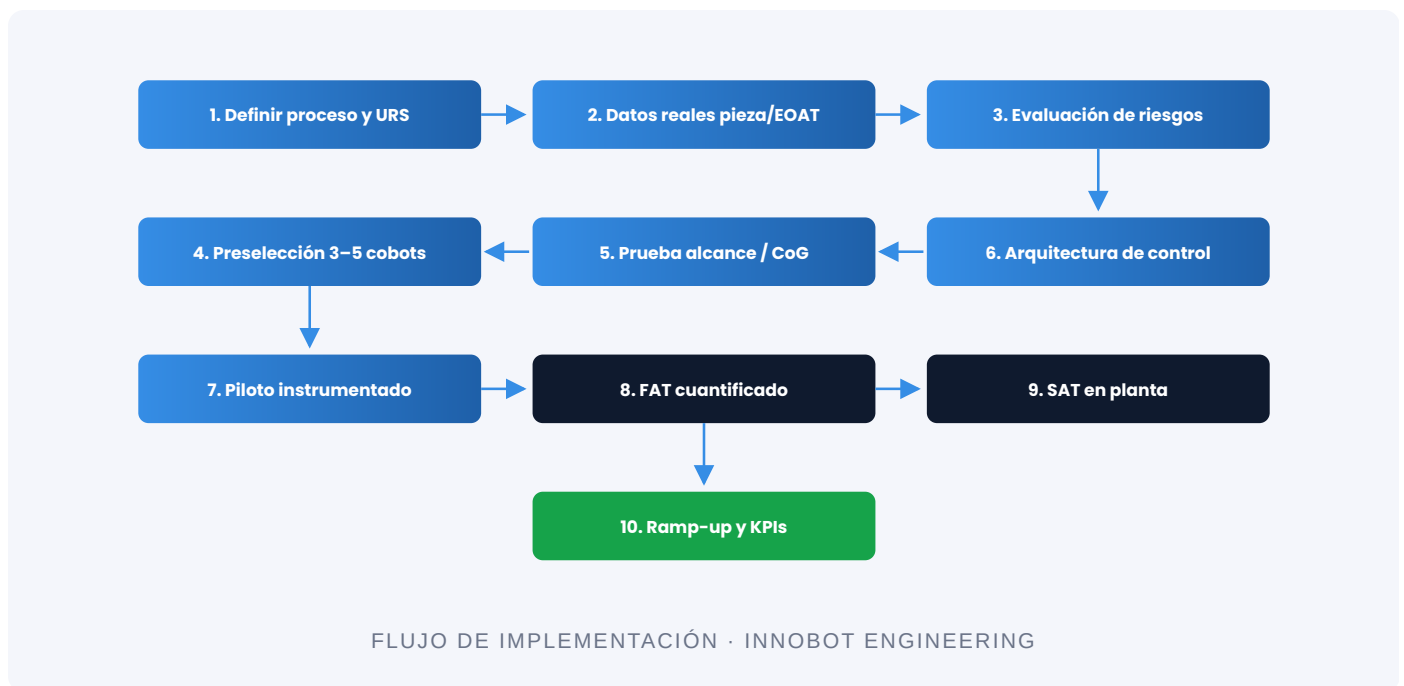


Piloto, KPIs y aceptación

Cómo validar antes de escalar.





Para un primer piloto, conviene escoger una operación con **geometría estable, entrada/salida instrumentable, bajo número de variantes y ventana suficiente para registrar al menos varios cientos o miles de ciclos**. El objetivo del piloto no es "demostrar que el robot se mueve", sino validar que la celda cumple **takt, calidad, seguridad, recuperabilidad y mantenibilidad**.

Flujo recomendado



KPIs mínimos de un piloto bien diseñado

τ	Tiempo de ciclo promedio Timestamp PLC o controlador por ciclo completo	Cumplir takt objetivo
σ	Variabilidad P95 del ciclo Distribución de tiempos, no sólo promedio	$\leq 110\%$ del takt
FPY	First Pass Yield Piezas buenas / piezas procesadas	\geq meta actual o mejora
!	Paros protectivos por 1,000 ciclos Eventos de seguridad normalizados por volumen	Tendencia decreciente; $< 1-3$

	MTTR Tiempo medio para recuperar celda tras paro	< 5 min en operación normal
	Tasa de drops / slips Caídas o pérdida de agarre por 1,000 ciclos	0 en condiciones normales
	Tiempo de cambio de receta Desde cambio orden hasta primer ciclo bueno	Medir vs método manual
	Disponibilidad de celda Tiempo operativo / tiempo programado	≥ 90% en piloto maduro

Crterios de aceptación FAT/SAT – modelo de referencia

El error #8 de la sección anterior (FAT/SAT sin criterios cuantificados) se elimina firmando esta tabla **antes** de que el integrador embarque la celda. Es el documento que traduce "el robot se mueve" en "la celda cumple lo que pagué".

CRITERIO	FORMA DE MEDIR	UMBRAL DE ACEPTACIÓN
Tiempo de ciclo	Promedio sobre $n \geq 200$ ciclos consecutivos en condiciones de producción	\leq takt acordado
Estabilidad	Coefficiente de variación del tiempo de ciclo	$CV \leq 5\%$
Calidad	FPY medido sobre el lote del piloto	\geq meta acordada por contrato
Paros protectivos	Conteo normalizado por cada 1,000 ciclos	$< 3 / 1,000$ ciclos
Recuperación	MTTR cronometrado en 5 escenarios de paro inducido	< 5 min promedio
Seguridad	Verificación funcional de cada paro de emergencia y zona segura	100% funcional según evaluación de riesgos
Documentación	Backup del programa, planos eléctricos as-built, manual de operación	Entregado y validado por planta

REGLA DE ORO DE FAT/SAT

Si el integrador no quiere firmar criterios cuantificados antes del embarque, **el problema no es el integrador, es la celda**. Y vas a heredar ese problema cuando el equipo llegue a tu planta.

Plantillas de cálculo

Listas para llevar a Excel. Si una variable no tiene dato, la compra está incompleta.

Plantilla 1 · Cálculo de tiempo de ciclo

FÓRMULA BASE

$$T_{\text{ciclo}} = \sum T_{\text{mov}} + \sum T_{\text{proceso}} + \sum T_{\text{grip}} + T_{\text{I/O}} + T_{\text{seguridad}} + T_{\text{buffer}}$$

COMPONENTE DEL CICLO	EJEMPLO (S)
Cerrar pinza	0.3
Mover a punto de toma	1.2
Validación sensor / pieza	0.8
Mover a punto de entrega	1.5
Abrir pinza	0.3
Handshake PLC	0.2
Settling / seguridad / buffer	0.7
TOTAL	5.0 s

Lectura: si el takt requerido es 4.5 s, el proyecto no está dentro de meta aunque el brazo anuncie velocidades pico mayores. **El dato útil es el ciclo total medido**, no la velocidad pico de catálogo.

Plantilla 2 · Selección de end-effector por vacío

FUERZA DE SUJECCIÓN REQUERIDA

$$F_{\text{req}} = (m_{\text{pieza}} + m_{\text{EOAT}}) \cdot (g + a) \cdot SF$$

ÁREA TOTAL MÍNIMA DE VENTOSAS

$$A_{\text{min}} = F_{\text{req}} / (\Delta P \cdot \eta)$$

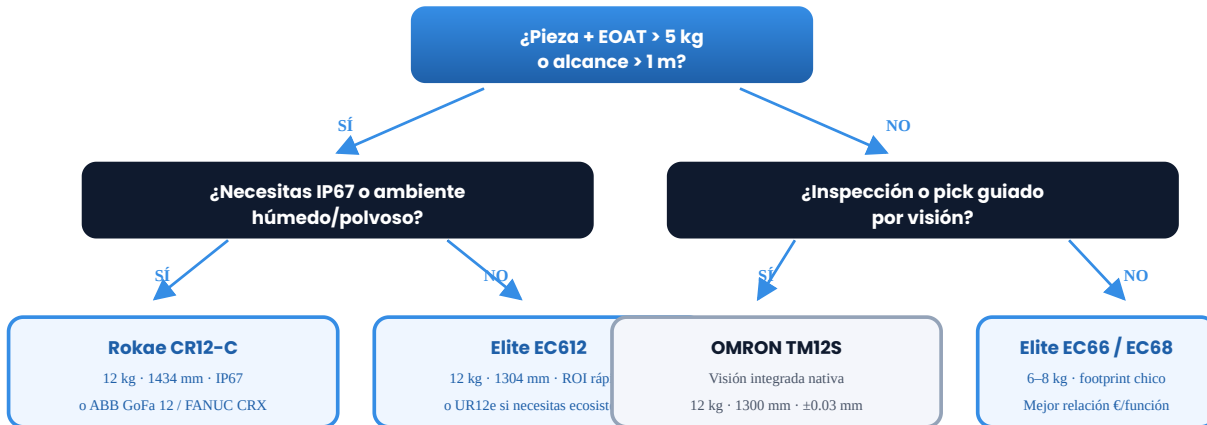
Ejemplo: Pieza = 6 kg, EOAT efectivo = 2 kg, aceleración = 2.5 m/s², SF = 2.0, ΔP = 60 kPa, η = 0.8.

$$F_{req} = 8 \times (9.81 + 2.5) \times 2 = \mathbf{196.96\ N} \cdot A_{min} = 196.96 / (60,000 \times 0.8) = \mathbf{\sim 41\ cm^2}$$

Si se usan 3 ventosas iguales, cada una requeriría ~13.7 cm² (Ø ≈ 42 mm), antes de considerar porosidad, rugosidad, contaminación y orientación. Para superficies difíciles, subir margen.

Árbol de decisión: ¿qué cobot encaja con tu proceso?

Esta es la lógica que aplicamos en preventa cuando tenemos los datos básicos del proceso. No reemplaza una evaluación detallada, pero sí orienta la conversación inicial.



Antes de cerrar la decisión, valida siempre:

- Carga total en brida con offset de CoG real (no sólo masa de pieza)
- Alcance útil con EOAT instalado, no reach de catálogo
- Matriz de protocolos en el PLC existente (rol + I/O + watchdog)
- Evaluación de riesgos formal antes de elegir modo colaborativo o vallado

¿Tu proceso no encaja?
Innobot evalúa el caso completo
+52 871 164 6863

ÁRBOL DE DECISIÓN PRELIMINAR · INNOBOT ENGINEERING

Plantilla 3 · Estimación básica de TCO a 3 años

COSTO TOTAL DE PROPIEDAD

$$TCO_{3a} = CAPEX_{robot} + CAPEX_{EOAT} + CAPEX_{seguridad} + CAPEX_{integración} + CAPEX_{capacitación} + OPEX_{3a} - V_{residual}$$

Ejemplo hipotético en MXN:

CAPEX	MXN	OPEX ANUAL	MXN
Robot + controlador	850,000	Energía	7,000
EOAT	180,000	Mantenimiento	25,000
Seguridad	120,000	Consumibles	20,000
Integración	350,000	Paros / soporte	15,000
Capacitación	50,000	OPEX anual total	67,000
CAPEX total	1,550,000	OPEX 3 años	201,000

RESULTADO

$$TCO_{3a} = 1,550,000 + 201,000 - 120,000 = 1,631,000 \text{ MXN}$$

! NO USES SÓLO EL PRECIO DEL BRAZO PARA ROI

En primeros proyectos, **seguridad, EOAT e integración normalmente pesan tanto o más que el robot.** Una propuesta que sólo cotiza brazo + controlador y "deja afuera" lo demás te oculta el TCO real.

Plantilla 4 · Selección de motor para eje externo (opcional)

TORQUE REQUERIDO — ESTIMACIÓN INICIAL

$$T_{req} = J_{eq} \cdot \alpha + T_{fricción} + m \cdot g \cdot r \cdot \sin \theta$$

Donde J_{eq} es la inercia equivalente, α la aceleración angular, $T_{fricción}$ el torque por fricción, y el último término representa la carga gravitacional si aplica. Para un primer cobot, este cálculo es más relevante en mesas rotativas, tracks o posicionadores que en el brazo mismo.

Checklist técnico de compra

Si una fila queda sin dato, la compra está incompleta — aunque ya exista cotización.

ETAPA DE COMPRA

ÍTEM	DATO REQUERIDO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	✓
Pieza	Masa, dimensiones, tolerancias, material, temperatura	Datos medidos, no estimados	<input type="checkbox"/>
EOAT	Tipo, masa, consumo, fuerza o vacío requerido	Compatible con payload y proceso	<input type="checkbox"/>
Payload real	Masa pieza + EOAT + adaptadores + cableado efectivo	≤ 80–90% del nominal	<input type="checkbox"/>
CoG	Offset X/Y/Z de herramienta y pieza	Dentro de límites del OEM	<input type="checkbox"/>
Alcance útil	Puntos extremos reales con fixture y orientación	Sin singularidades críticas ni choques	<input type="checkbox"/>
Takt	Tiempo objetivo y variabilidad permitida	Modelo de ciclo validado	<input type="checkbox"/>
Seguridad	Evaluación de riesgos, zonas, paros, scanner/cortina	Arquitectura definida y documentada	<input type="checkbox"/>
Control	PLC existente, SCADA/MES, tags, protocolos y roles	Mapa de integración cerrado	<input type="checkbox"/>
I/O	Conteo DI/DO/AI/AO, seguridad, válvulas, sensores	20–30% de reserva	<input type="checkbox"/>
Montaje	Rigidez, planicidad, tornillería, espacio, servicios	Base validada mecánicamente	<input type="checkbox"/>
Ambiental	IP, polvo, humedad, temperatura, sala limpia	Compatible con entorno real	<input type="checkbox"/>
Soporte	SLA, refacciones, capacitación, cobertura local	Acordado por contrato	<input type="checkbox"/>

ETAPA DE ARRANQUE

ÍTEM	DATO REQUERIDO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	✓
FAT	Script de pruebas con criterios cuantificados	Aprobado antes de embarque	<input type="checkbox"/>
SAT	Verificación en planta con producto real	Aprobado antes de SOP	<input type="checkbox"/>

ÍTEM	DATO REQUERIDO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	✓
KPIs	Takt, calidad, paros, MTTR, disponibilidad	Dashboard activo	<input type="checkbox"/>

ETAPA DE OPERACIÓN

ÍTEM	DATO REQUERIDO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	✓
Mantenimiento	Intervalos, filtros, limpieza, respaldo, refacciones	Plan preventivo liberado	<input type="checkbox"/>

✓ SI LLEGASTE HASTA AQUÍ, SABES MÁS QUE EL 80% DE QUIENES COMPRAN SU PRIMER COBOT

Este checklist es exactamente la entrada que Innobot pide para emitir una preselección técnica responsable. Si tienes la mitad de las filas llenas, ya estás listo para una conversación seria.

Limitaciones, fuentes y siguiente paso

Transparencia técnica.

Limitaciones declaradas

Este documento prioriza fichas oficiales y manuales públicos. Por eso, algunos datos comerciales y de servicio quedan necesariamente incompletos: precio final instalado, SLA local, cobertura de garantía por país, matriz exacta de protocolos por licencia y tiempos reales de entrega. Cuando un dato aparece como "no especificado" o "n/d público", no debe rellenarse por analogía: **debe pedirse en la propuesta técnica formal y amarrarse al número de parte, versión de software y alcance de integración.**

Aparecieron además discrepancias documentales públicas — por ejemplo, en el conteo de safety functions de UR12e y en el etiquetado de niveles de seguridad de Doosan según documento — que refuerzan la necesidad de validar la revisión exacta que se comprará.

Referencias prioritarias

TIPO	RECURSO	USO RECOMENDADO
Norma	ISO 10218-1:2025	Requisitos del robot industrial como componente
Norma	ISO 10218-2:2025	Diseño, integración, commissioning y operación de la celda
Norma	ISO/TS 15066:2016	Colaboración humano-robot, entorno y validación de aplicación colaborativa
OEM	UR12e Technical Specifications + Communication Networks	Validar payload, consumo, I/O, safety y fieldbus
OEM	ABB CRB I5000 Product Specification	Validar reach, repetibilidad, peso, montaje, garantía y SafeMove
OEM	FANUC CRX-10iA/L datasheet + R-30iB Plus communications	Validar reach, peso, consumo y protocolos por opción
OEM	OMRON / Techman TM12S product page + manual	Validar visión integrada, IP, seguridad, TMflow y montaje
OEM	Doosan M1013 product page + manual + controller spec	Validar torque sensors, I/O, roles de comunicación y seguridad

TIPO	RECURSO	USO RECOMENDADO
OEM	Elite Robots EC612 datasheet	Validar payload, alcance, repetibilidad, footprint y comunicaciones
OEM	Rokae xMate CR series datasheet	Validar payload, IP67, certificaciones TÜV y framework xCore
Industria	IFR World Robotics 2024 Press Release	Tendencias globales y posición de México

Qué entregar a Innobot para una revisión técnica

Si este marco se va a aterrizar con Innobot a una celda real, el paquete mínimo de entrada útil incluye:

- ✓ Croquis o layout de la estación
- ✓ Peso y dimensiones de la pieza
- ✓ Masa estimada del EOAT
- ✓ Takt objetivo
- ✓ Secuencia de proceso
- ✓ PLC / SCADA existente
- ✓ Restricciones de espacio y servicios
- ✓ Matriz preliminar de riesgos

Con eso ya es posible emitir una **preselección técnica de cobot, arquitectura de seguridad, lista de I/O, propuesta de EOAT, supuestos de ciclo y plan de piloto con criterios claros de FAT y SAT.**

→ SI ESOS DATOS TODAVÍA NO EXISTEN

El primer entregable no debería ser una cotización del brazo, sino una **URS técnica corta y una evaluación de riesgo inicial**. Ese paso evita la mayoría de los errores de compra del primer proyecto y permite que Innobot entre a la conversación como ingeniería aplicada, no sólo como proveedor de hardware.

SIGUIENTE PASO

Convirtamos tu primer cobot en tu primer caso de éxito

Innobot es la plataforma mexicana de distribución, integración y financiamiento de tecnología de automatización industrial. Distribuimos las marcas que aparecen en esta guía con respaldo técnico local, soporte en sitio y modelos de financiamiento que eliminan la inversión inicial.

LO QUE ENTREGAMOS EN UNA PRIMERA REUNIÓN TÉCNICA DE 30 MINUTOS

- Validación de viabilidad técnica de tu aplicación
- Preselección de 2–3 modelos justificados por proceso, no por marca
- Esquema preliminar de arquitectura de control y seguridad
- Estimación inicial de CAPEX, OPEX y TCO 3 años
- Propuesta de plan de piloto con criterios de FAT/SAT cuantificados
- Opciones de financiamiento RaaS o leasing si aplica

[Agendar reunión técnica de 30 min →](#)

WHATSAPP TÉCNICO

+52 871 164 6863

CORREO

contacto@innobot.com.mx

WEB

innobot.com.mx

Innobot

AUTOMATIZA EL FUTURO

© 2026 Innobot México · Todos los derechos reservados
DOC-INB-2026-LM01 · v1.0 · Distribución libre con atribución