

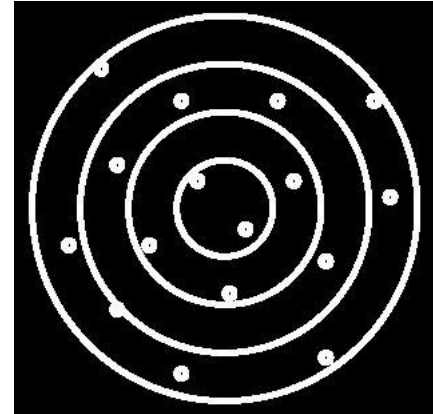
Sistema de Posicionamiento en Interiores

(con precisión de $\pm 2\text{cm}$)

Para vehículos autónomos,
robots, drones,
montacargas y personas



Problema a resolver



Problema

- **El GPS no funciona en interiores:**
 1. Sin visión directa de los satélites
 2. La precisión de localización se mide en metros en lugar de centímetros (requerido en interiores)
- Otros sistemas de posicionamiento en interiores – UWB, balizas Bluetooth, odometría, magnetómetros, WiFi RSSI, triangulación láser, ópticos, etc. – tienen sus propias limitaciones graves: generalmente en precisión, precio o tamaño
- Sin un conocimiento preciso y oportuno de la ubicación, la navegación autónoma es imposible

Solución



- Sistema de posicionamiento en interiores listo para usar, basado en balizas ultrasónicas estacionarias unidas por interfaz de radio en la banda ISM libre de licencia
- La ubicación de una baliza móvil instalada en un robot (vehículo, drone, persona) se calcula en función del retardo de propagación de la señal ultrasónica hacia un conjunto de balizas ultrasónicas estacionarias mediante trilateración

"GPS" de interior ($\pm 2\text{cm}$)

- **Configuración del Starter Set:**
 - 1 x baliza móvil - 119 EUR
 - 4 x balizas estacionarias - 4x119 EUR
 - 1 x modem/router - 119 EUR
 - Todo el SW necesario incluido



Sistema 3D (x, y, z) listo para usar por 599 EUR

El Starter Set cubre hasta 1.000m^2
Obtenga balizas estacionarias adicionales para
expandirse a $200,000\text{m}^2$ y más

Cientes seleccionados

Cientes en más de 50 países

En el mercado desde 2014

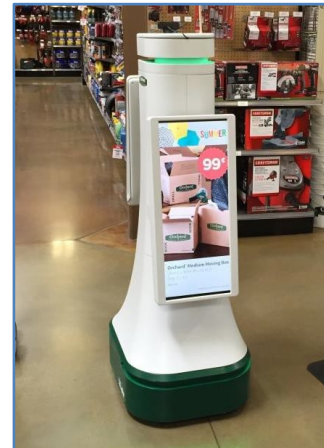


Caso de uso: Robots autónomos



- 1) Entrega automática (10-100kg) en almacenes y plantas de ensamblaje
- 2) Versiones modificadas para aplicaciones personalizadas: escaneo, pulverización, inspección, fotometría, diferentes tipos de mediciones repetitivas

Robots publicitarios con atractivo de alta tecnología: espectáculos, centros comerciales, conferencias, museos



Micro-entrega (1-10kg) en entornos industriales: muestras, calibres, cámaras



Caso de uso: Drones autónomos



Drones de interior autónomos
para gestión de inventario e
inspección

Caso de uso: Vehículos

Caso de uso:

- Seguimiento de vehículos, buggies, carros, montacargas y otros activos móviles en almacenes, en áreas de pasajeros y carga de aeropuertos, en túneles y minas

Problemas resueltos:

- Accidentes: colisiones y exceso de velocidad
- Equipos y mercancías dañados
- Activos móviles perdidos o subutilizados

Beneficios:

- Conocimiento preciso de quién está haciendo qué y dónde => aumento de productividad
- Datos en tiempo real sobre velocidad, aceleración y posición de los activos móviles => aumento de productividad
- Prevención de accidentes y reducción de seguros y otros costos evitables



Caso de uso: Personas

Seguimiento de la ubicación de trabajadores en fábricas, en entornos subterráneos, en metro o túneles, en obras de construcción, estaciones ferroviarias o bajo puentes

Caso de uso:

- Subterráneo/minería/metro
- Obras de construcción
- Fábricas
- Fabricación de materiales peligrosos
- Refinerías de petróleo y empresas de gas



- Aumento de la productividad
- Aumento de la seguridad

Seguridad con grúas en funcionamiento y personas

Zona de geofencing móvil en el brazo de la grúa

Ind. Super-Beacon



Super-Modem



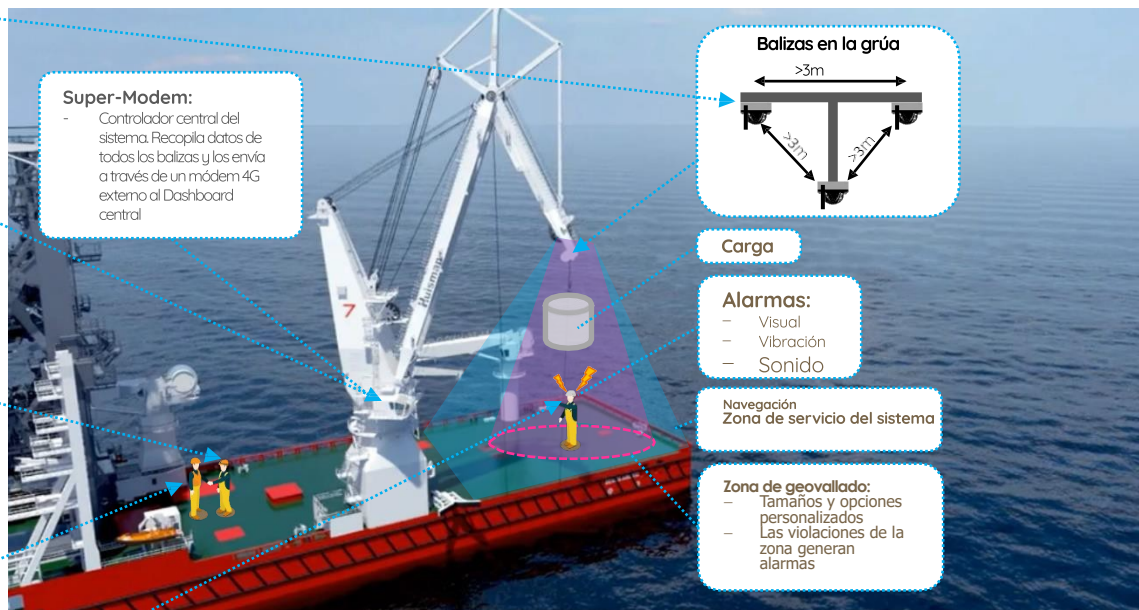
Faro Marvelmind



Chaqueta Marvelmind



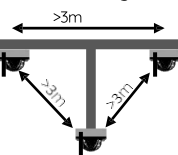
Casco Marvelmind



Super-Modem:

- Controlador central del sistema. Recopila datos de todos los balizas y los envía a través de un módem 4G externo al Dashboard central

Balizas en la grúa



Carga

Alarmas:

- Visual
- Vibración
- Sonido

Navegación Zona de servicio del sistema

Zona de geovallado:

- Tamaños y opciones personalizados
- Las violaciones de la zona generan alarmas

Configuración:

- N x Industrial Super-Beacon-Plastic (montado en la pluma)
- N x Marvelmind Headlight (1 por trabajador, colocado en el casco)
- Super-Modem (cabecera centro)

Principio de funcionamiento:

- En esta configuración, el extremo del brazo de la grúa es un nodo, cuya entrada a la zona de Geofencing alertará a la persona y al operador sobre una proximidad peligrosa

Resultado:

- Seguimiento de alta precisión Marvelmind Indoor GPS
- Alarma para trabajadores y supervisor de turno
- Archivo CSV con el registro de todos los movimientos durante el turno
- Registro automático de todas las violaciones en un archivo para análisis posterior (opcional)

Tarea:

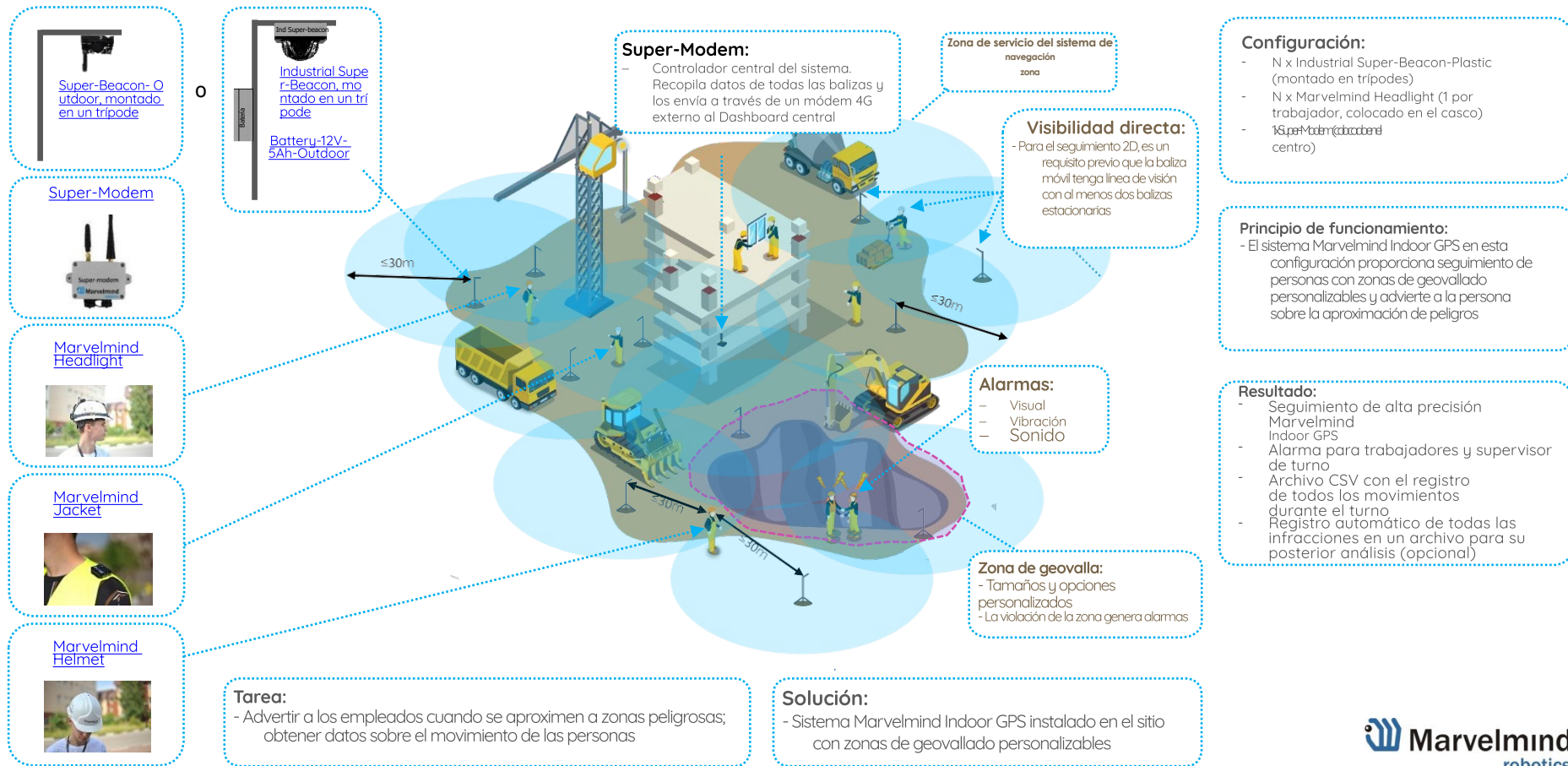
- Prevenir la proximidad peligrosa y las colisiones de la carga con una persona

Solución:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS instalado directamente en la grúa con una zona de geofencing móvil que se desplaza siguiendo el brazo de la grúa

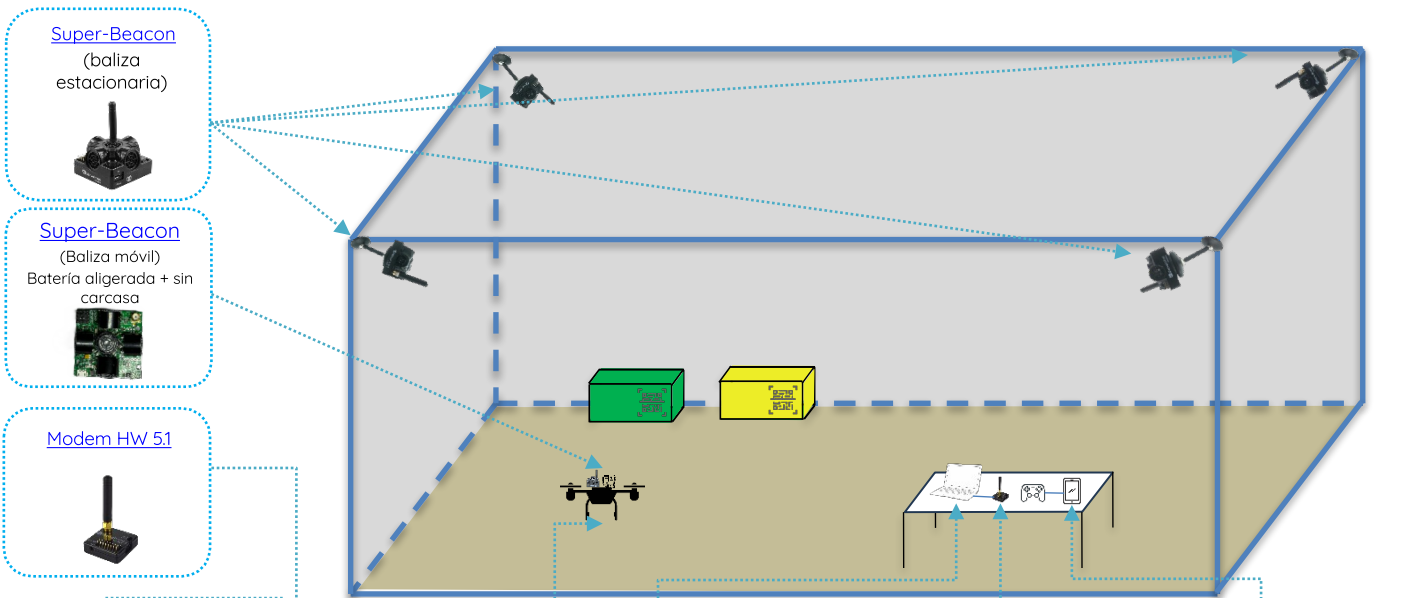
Seguridad en la obra de construcción

Zonas de geovallado estáticas y móviles en un sitio de construcción



Drones DJI autónomos en interiores

Un ejemplo para un submapa de 20x20 metros + 1 drone



Super-Beacon

(baliza estacionaria)



Super-Beacon

(Baliza móvil)
Batería aligerada + sin carcasa



Modem HW 5.1



Drone DJI



Dron DJI:

- El sistema Marvelmind es compatible con drones DJI a partir del DJI Mini 3. La integración funciona a través del DJI SDK

Tarea:

- Proporcionar un vuelo autónomo en interiores para drones DJI
- Tomar fotografías automáticamente, escanear códigos QR, enviar datos de ubicación

Dashboard:

- Se utiliza para la configuración del sistema. Seguimiento visual de drones. Transmite datos a su

ERP y WMS

Modem HW 5.1:

- Controlador central del sistema. Recopila datos de todos los balizas y se comunica mediante USB/UART virtual con el Dashboard

Aplicación Marvelmind + DJI RC:

- Aplicación Android especial de Marvelmind que permite controlar el sistema de forma remota. Se conecta a un DJI RC

Solución:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS con una aplicación Marvelmind para vuelo autónomo

Configuración:

- 3-4 x Super-Beacon - balizas estacionarias
- 1 x Super-Beacon - una baliza móvil
- 1 x Modem HW 5.1 - un controlador central
- 1 x drone DJI - un objeto rastreable
- 1 x DJI RC + teléfono Android con aplicación Marvelmind DJI - un controlador del patrón de vuelo autónomo de un drone
- 1 x portátil Windows/Linux - utilizado para instalar el Dashboard y configurar el sistema

Principio de funcionamiento:

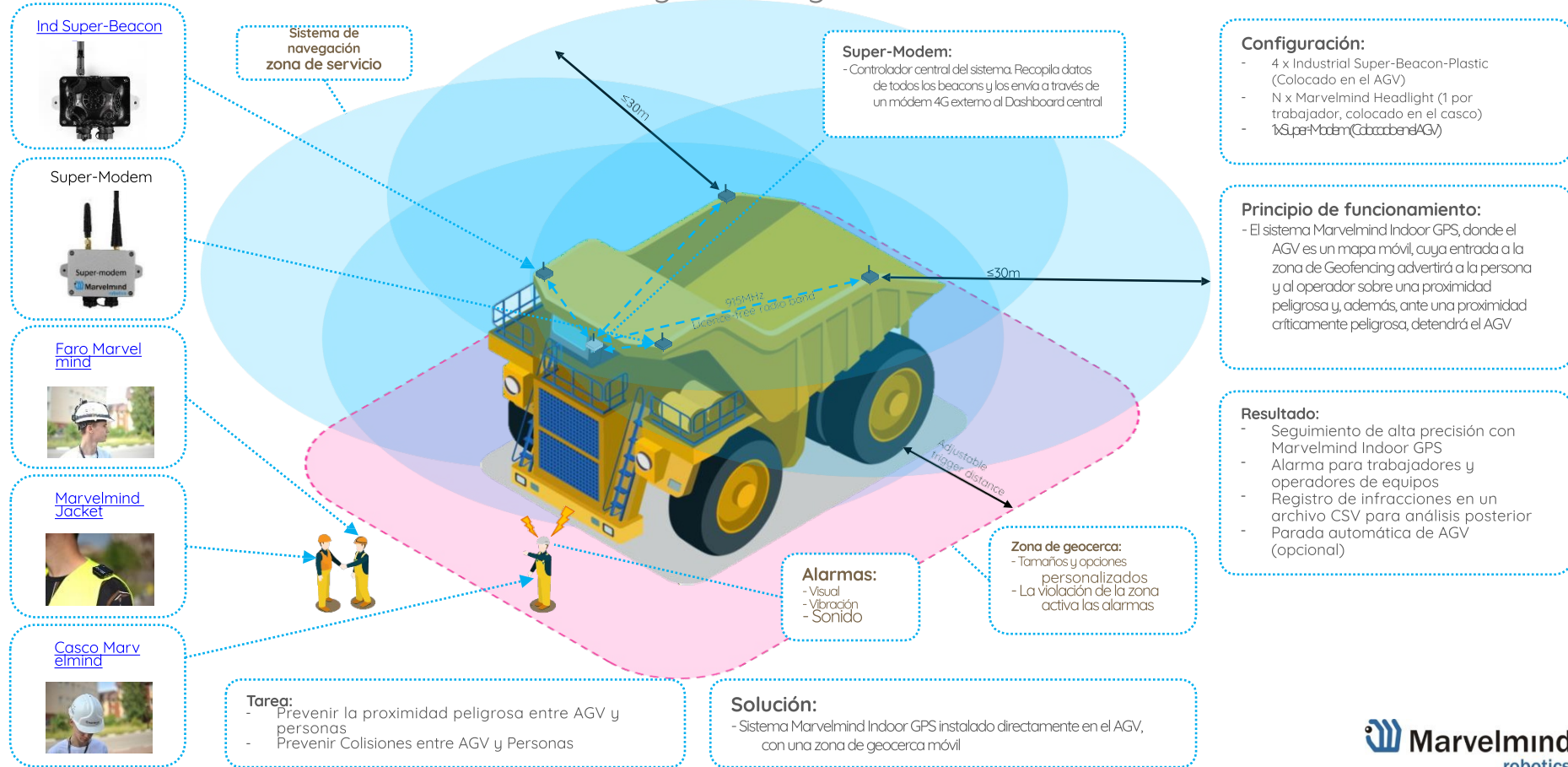
- El sistema Marvelmind Indoor GPS en esta configuración proporciona seguimiento y vuelo autónomo de un drone DJI mediante DJI SDK

Resultado:

- Drones DJI volando de forma autónoma según puntos de ruta en el Dashboard, tomando fotografías o escaneando y reconociendo códigos QR/de barras, y enviándolos junto con sus coordenadas precisas al WMS o ERP
- Retorno autónomo a la base

AGV de gran tamaño, transporte y personas

Zona de geofencing móvil en AGV



Seguridad en la construcción, personas y maquinaria

Ejemplo: 1 excavadora y 15 trabajadores

Industrial Super-Beacon

- Fijado a la excavadora y conectado a la red embarcada mediante Converter-220V-12V-IP67



Super-Modem

- Ubicado en el interior de la excavadora



Marvelmind Jacket

- Utilizado por un trabajador



Tarea:

- Rastrear los movimientos de los empleados y las infracciones de las zonas de geofencing en 2D durante el trabajo para mejorar la seguridad y la productividad
- Rastrear el tiempo de funcionamiento así como el número de movimientos del brazo de la excavadora en 3D para aumentar la productividad

Super-Modem: módem 4G/5G:

- Controlador central del sistema. Ubicado en la cabina. Recopila datos de todos los beacons y los envía mediante un módem 4G externo al Dashboard central

- Ubicado en el salón. Envía datos de seguimiento y datos de la cámara web a un servidor remoto

Industrial Super-Beacon conectado a la excavadora y vinculado a la red de a bordo (seguimiento 2D de personas alrededor de la excavadora)

Configuración para 1 equipo:

- 9 x Industrial Super-Beacon-Plastic (ubicados en la excavadora)
- 1 x Convertidor (para conectar todos los beacons y Super-Modem a la red embarcada de la excavadora)
- 15 x Marvelmind Jacket (1 por empleado)
- 1 x Super-Modem (ubicado en la cabina de la excavadora)
- 1 x Webcam (1 en la excavadora)
- 1 x Módem 4G/5G (para excavadora)

Principio de funcionamiento:

- El sistema Marvelmind Indoor GPS en esta configuración proporciona seguimiento 3D del brazo de la excavadora, así como seguimiento 2D de personas en los alrededores de la excavadora en un radio de 30 m. El sistema cuenta con zonas de Geofencing personalizables y permite advertir a una persona sobre la proximidad de un peligro, como el brazo de una excavadora.

Resultado:

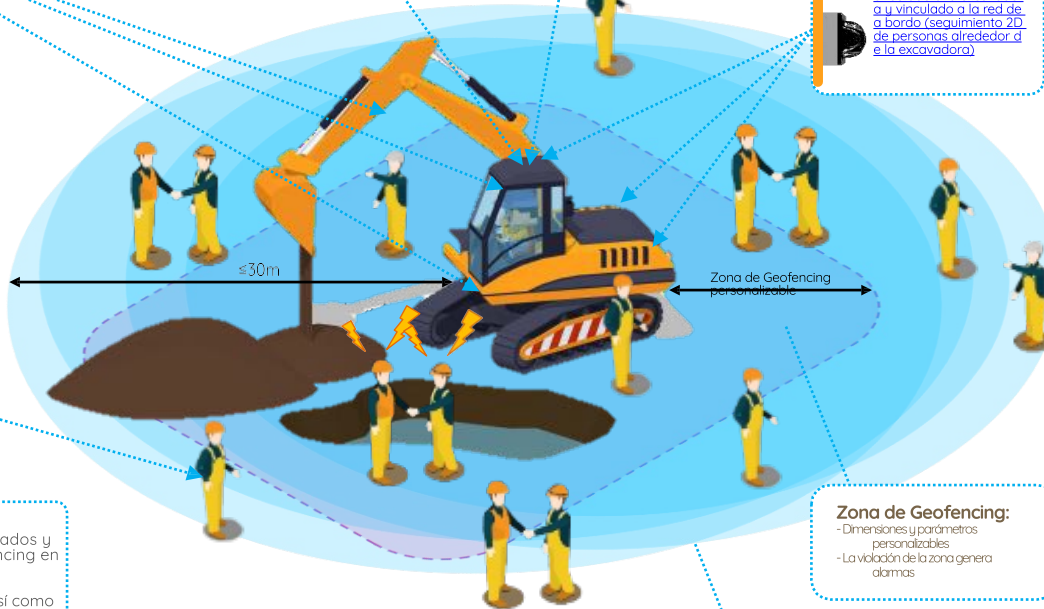
- Seguimiento de alta precisión de Marvelmind Indoor GPS con zonas de Geofencing personalizables
- Alarma para empleados y supervisor de turno
- Transmisión de datos al servidor central mediante REST API usando JSOW
- Registro automático de todas las infracciones de seguridad en un archivo CSV para análisis posterior

Zona de Geofencing:

- Dimensiones y parámetros personalizables
- La violación de la zona genera alarmas

Área de servicio del sistema de navegación

- Seguimiento 3D del brazo de la excavadora
- Seguimiento 2D de personas a su alrededor



Mediciones de distancia 1D precisas

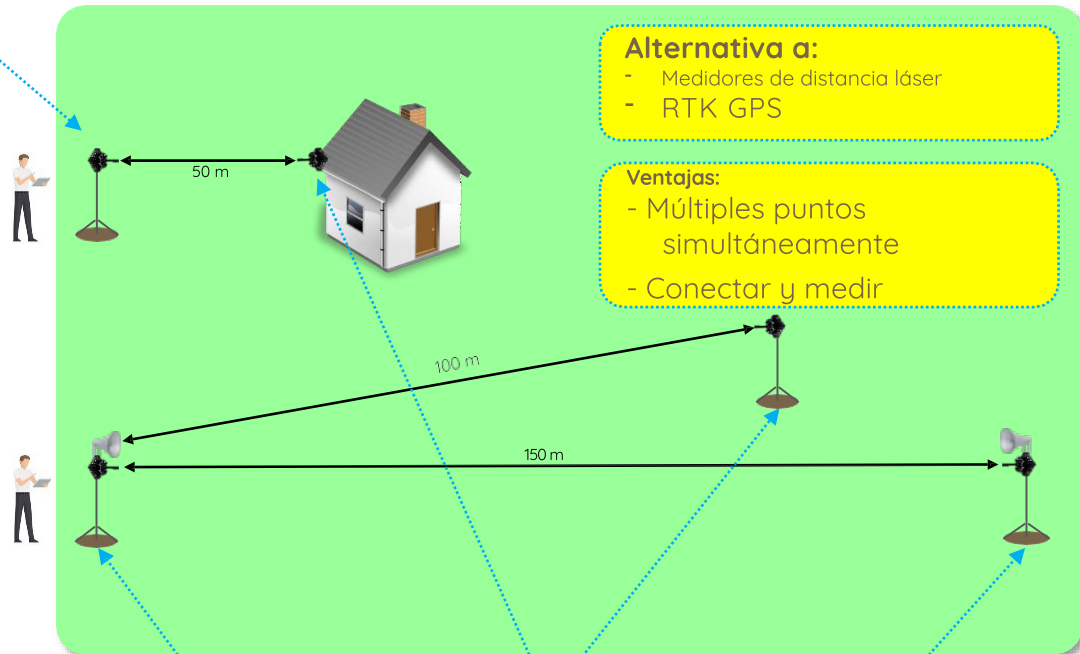
Para obras de construcción

Beacon receptor con bocina:

- Super-Beacon-Outdoor o
- Beacon Industrial-RX o
- Beacon Mini-RX-Outdoor o
- Ind.Super-Beacon

Tarea:

- Medición de distancia precisa de hasta 100-150m en interiores o bajo tierra
- Medición de distancias precisa en niebla, polvo o a través de hojas sin línea de visión directa, pero con propagación de sonido
- Mediciones sencillas sin el laborioso ajuste del láser
- Alternativa fácil de configurar y económica al GPS RTK



Alternativa a:

- Medidores de distancia láser
- RTK GPS

Ventajas:

- Múltiples puntos simultáneamente
- Conectar y medir

Baliza receptora con bocina:

- Super-Beacon-Outdoor o
- Beacon Industrial-RX o
- Ind.Super-Beacon

Baliza transmisora:

- Super-Beacon-Outdoor o
- Industrial Super-Beacon o
- Beacon Industrial-TX

Baliza transmisora con bocina:

- Super-Beacon-Outdoor o
- Industrial Super-Beacon o
- Beacon Industrial-TX

Configuración:

- 1 x Super-Beacon con bocina
- N x Super-Beacons
- Wi-Fi

Principios de funcionamiento:

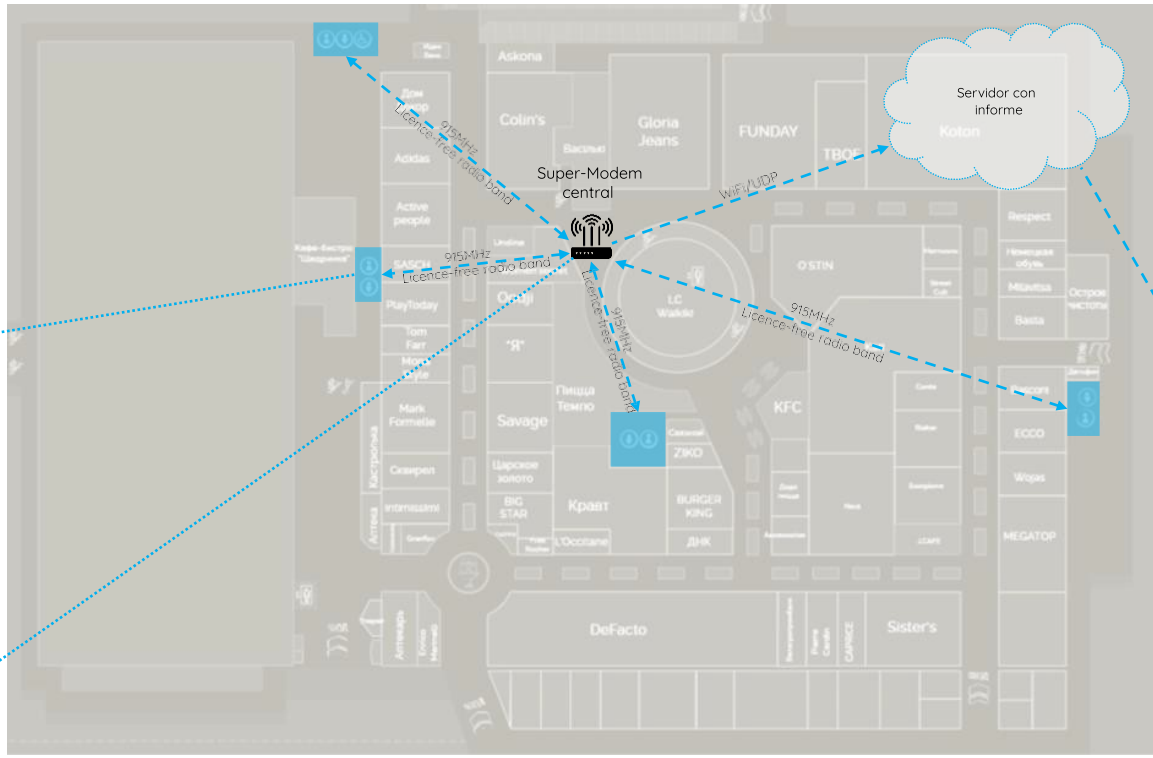
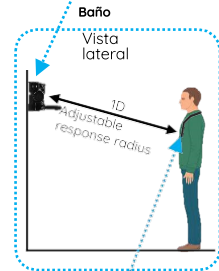
- Medición de distancia 1D precisa ($\pm 2\text{cm}$) desde un beacon emisor de ultrasonidos hasta un beacon receptor de ultrasonidos mediante tiempo de vuelo del ultrasonido
- Transmisión de datos con tasa de actualización de 3-16Hz
- Múltiples rastreadores simultáneos
- Diversas interfaces desde UART, RS485 hasta BT

Resultado:

- Medición de distancia 1D con precisión a nivel de cm sin láser, por ejemplo, cuando no es viable: niebla, smog, demasiada luminosidad, hojas, etc.
- Medición de distancia con precisión a nivel de cm en interiores o bajo tierra, cuando el GPS RTK no está disponible o es poco práctico (costoso)
- Seguimiento de alta precisión Marvelmind GPS de interiores
- Archivo CSV con todas las grabaciones para análisis
- Registro automático de todas las infracciones en un archivo para análisis posterior (opcional)

Seguimiento del personal de servicio

Ejemplo de un centro comercial de un piso



Configuración:

- N x Super-Beacon (1 por baño)
- N x Badge (1 por trabajador)
- N+1 x Super-Modem (1 por piso + 1 central)

Resultado:

- Informe automático sobre movimientos en las áreas de responsabilidad del personal de servicio (archivo CSV)
- Tabla de autocompletar (opcional)

Tabla de informes (Marvelmind)

- El informe es generado por el Super-Modem central y enviado por Wi-Fi a su dirección IP a petición o en un horario preestablecido (por ejemplo, de noche)

Tiempo	Trabajador 1 <small>(ID: 1)</small>	Trabajador 2 <small>(ID: 2)</small>	Trabajador 3 <small>(ID: 3)</small>
8:00-8:15			
11:00-11:15			
20:00-20:15			
21:00-21:15			
22:00-22:15			
23:00-23:15			

Tarea:

- Seguimiento del personal de servicio
- Monitoreo del rendimiento

Solución:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS para monitorear y analizar el trabajo del personal de servicio en configuración 1D

Arquitectura No Inversa (NIA)

Optimizado para objetos móviles individuales o en entornos con interferencias



Beacon estacionario 1



Baliza móvil:

- Instalada en el robot/montacargas e interactúa con él mediante UART, SPI, I2C o USB
- Recibe actualizaciones de posición desde el router hasta 25 veces por segundo
- Puede contener IMU (módulo de acelerómetro + giroscopio + brújula)

Submaps:

- Función avanzada que permite construir mapas/clústeres independientes de beacons en habitaciones separadas, cubriendo así grandes edificios (con áreas de miles de m²) de forma similar a la cobertura de una red celular



Beacon estacionario 4

La distancia entre balizas vecinas es de hasta 30 metros.

Beacon estacionario 3



Balizas estacionarias:

- Montadas en paredes o techos
- Distancia entre balizas medida automáticamente
- Se comunican con el router de forma inalámbrica en bandas ISM/SRD bandas



Estacionaria beacon 2

Requisito clave para el funcionamiento del sistema: visión sin obstáculos por parte de un beacon móvil de 2 o más beacons estacionarios simultáneamente (como en GPS)

Sistema de Navegación en Interiores compuesto por:

- 2 o más balizas estacionarias
- 1 o más móviles
- 1 router

Router/Modem:

- Controlador central del sistema
- Calcula la posición de la baliza móvil a hasta 25 Hz
- Se comunica mediante USB/UART virtual con el Dashboard o el robot



Arquitectura Inversa (IA)

Optimizado para el seguimiento de múltiples objetos móviles y personas



Submapas:

- Función avanzada que permite construir mapas/clústeres independientes de balizas en habitaciones separadas y, de este modo, cubrir edificios de gran tamaño (con áreas de miles de m²) de manera similar a la cobertura de una red celular
- En la arquitectura Inversa, cada submapa debe contar con balizas de frecuencia ultrasónica no repetida
- Frecuencias disponibles: 19/22/25/28/31/34/37/45 kHz

Baliza(s) móvil(es):

- Se instala en persona/robot/drone/carretilla elevadora e interactúa con ella a través de UART virtual sobre USB
- Contiene IMU 3D (acelerómetro + giroscopio)
- La tasa de actualización de la baliza no depende directamente del número de balizas móviles, a diferencia de NIA
- Calcula su ubicación por sí misma, no a través del Modem
- Distancia recomendada desde la baliza móvil hasta las balizas estacionarias de hasta 30m

Router/modem:

- Controlador central del sistema
- Se comunica mediante USB/UART virtual con Dashboard o robot
- Obtiene datos de ubicación de los beacons móviles
- Admite hasta 250 beacons

El sistema de navegación en interiores consiste en:

- 2 o más balizas estacionarias
- 1 o más balizas móviles
- 1 router/modem

Baliza N (22 o 28/34 o 37 o 45 kHz)

La distancia entre beacons vecinos es de hasta 30 metros.

Baliza 3 (31 kHz)

Baliza 1 (19 kHz)

Beacons estacionarios:

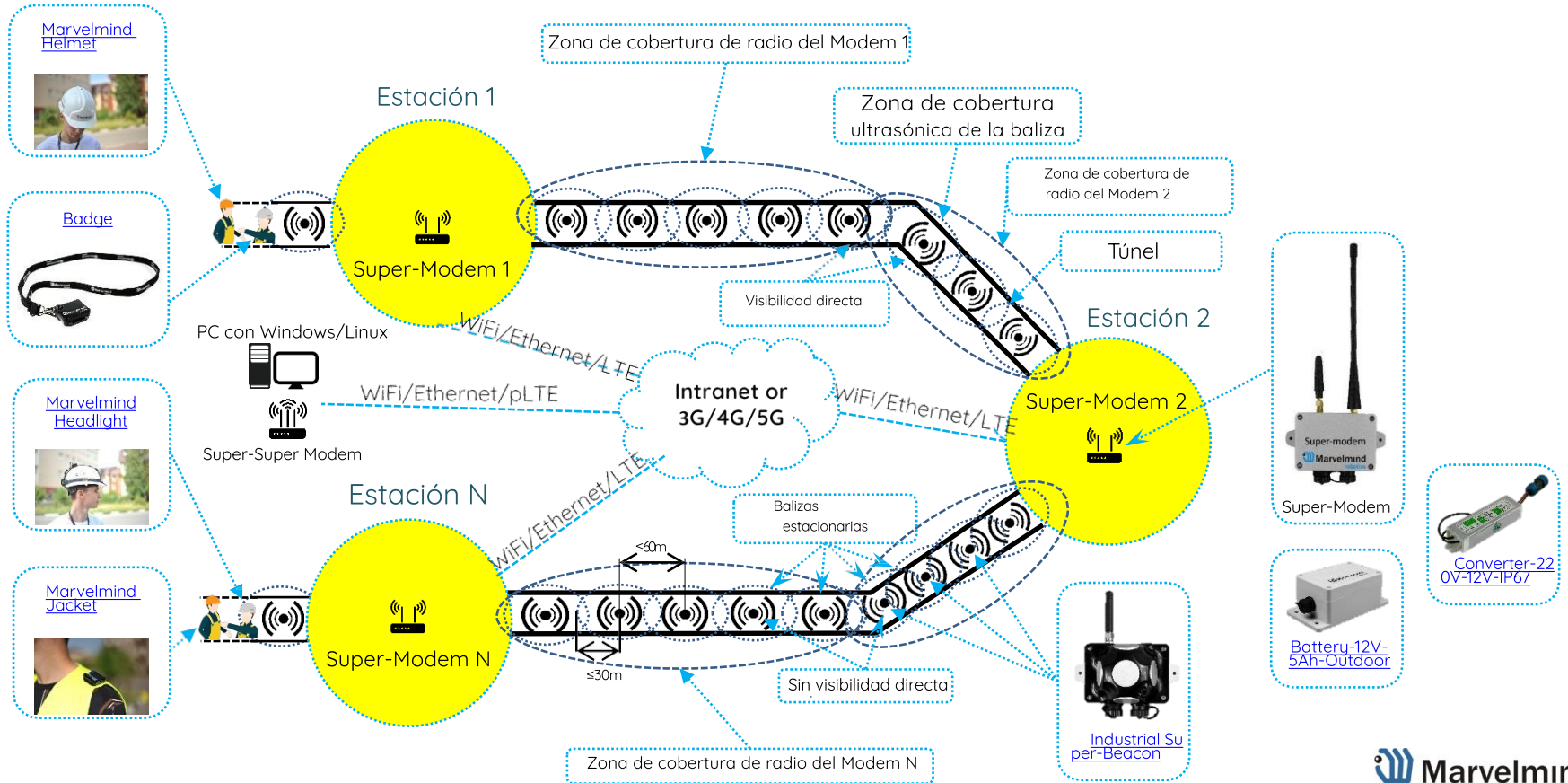
- Montados en paredes o techos
- En un sistema inverso, los beacons pertenecientes al mismo submapa deben tener diferentes frecuencias de ultrasonido (19 y 25 kHz o 25 y 31 kHz, por ejemplo para seguimiento 2D)
- Se comunican con el router de forma inalámbrica en la banda ISM/SRD

Baliza 2 (25 kHz)

Requisito clave para el funcionamiento del sistema: línea de audición/visión sin obstrucciones desde una baliza móvil hacia 2 o más balizas estacionarias de forma simultánea dentro de un rango de 30 metros

Arquitectura multi-módem para redes de gran escala

Ejemplo de seguridad en túneles para seguimiento subterráneo



Comparación de Beacons



	Beacon Mini-RX/Mini-RX-Outdoor	Beacon Mini-TX	Super-Beacon / Super-Beacon-Outdoor	Industrial Super-Beacon-Metal / Industrial Super-Beacon-Plastic	Industrial-RX
Especialidad y uso principal	Beacon RX pequeño de solo recepción	Beacon TX pequeño de solo transmisión	Beacon universal de doble uso	Uso exterior resistente. Soporte de RS485 (CAN, Protección contra explosiones - opcional)	Uso exterior resistente. Soporte de RS485 (CAN, Protección contra explosiones - opcional)
Modo de operación	Solo RX	Solo TX	Doble uso (RX y TX)	Doble uso (RX y TX)	Solo RX
Alcance	- Hasta 30m con Super-Beacons	- Hasta 30m con Super-Beacon	- Hasta 30m con Super-Beacons - Hasta 100m con bocina	- Hasta 30m con Industrial-RX - Hasta 100m con bocina	- Hasta 30m con Industrial-RX - Hasta 100m con bocina
Frecuencias ultrasónicas	- 19/22/25/28/31/34/37/45 kHz	- 31kHz	- FX:19/22/25/28/31/34/37/45kHz - TX: Solo una frecuencia a la vez	- FX:19/22/25/28/31/34/37/45kHz - TX: Solo una frecuencia a la vez	- FX:19/22/25/28/31/34/37/45kHz
Banda de radio	Bandas de 915/868MHz. Bandas chinas - bajo pedido	915/868MHz	Bandas de 915/868MHz. Bandas chinas (470/779MHz) - bajo pedido	Bandas de 915/868MHz. Bandas chinas (470/779MHz) - bajo pedido	Bandas de 915/868MHz. Bandas chinas (470/779MHz) - bajo pedido
Alimentación ext./batería int.	USB/750mAh	USB/250mAh	USB/1000mAh	Ext. +5V/+6.16V/Batería ext.	Ext. +5V/+6.16V/Batería ext.
Condiciones ambientales	- Interior/Exterior IP67 - t=-40.0°C	- Interior - t=-40.0°C	- Interior/Exterior ² - t=-40.0°C	- Interior/Exterior ² /Intrínsecamente seguro ⁵ - t=-40.60°C	- Interior/Exterior ² /Intrínsecamente seguro ⁵ - t=-40.60°C
Tamaño y peso	47x42x15mm & 25g	35x35x26mm & 19g	55x55x33(64 ¹)mm & 62/75g	83x58x65mm ⁸ & 250g	83x58x33mm ⁸ & 200g
IMU (giroscopio 3D + acelerómetro 3D)	Si (6D) Resistente a la inmersión en agua (IP67) hasta 30m (requisitos IPx7). Si (6D) El funcionamiento durante este tiempo no está garantizado	Si (6D)	Si (6D)	Si (6D)	Si (6D)
Precio, EUR	129/149	129	129/149	199/199	179

4) Otras opciones de alimentación disponibles bajo solicitud
5) El tipo exacto de certificación deberá discutirse por separado

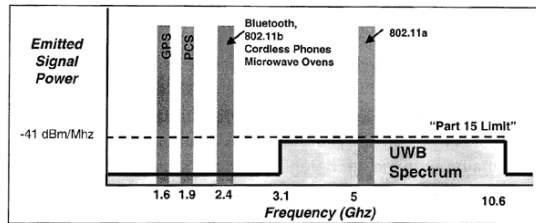
6) El rango de temperatura hasta -40°C está disponible únicamente con fuente de alimentación externa y bajo solicitud
7) Con antena
8) Dimensiones sin orificios de montaje
6.3g sin carcasa

Soluciones alternativas

Precisión: 10-30 cm

Competir

UWB
Ultra Wide Band



Hay algunas docenas de fabricantes de UWB a nivel mundial.
Por lo tanto, la mayoría de las soluciones UWB son muy similares en rendimiento



Precisión: ± 2 cm vs. 10-30cm – somos ~10 veces más precisos. Precio:
menos costoso que UWB al mismo tiempo

Complementar/competir

LIDAR
Flujo óptico
inercial
Luz estructurada,
triangulación láser,
odometría
GPS
Campo magnético

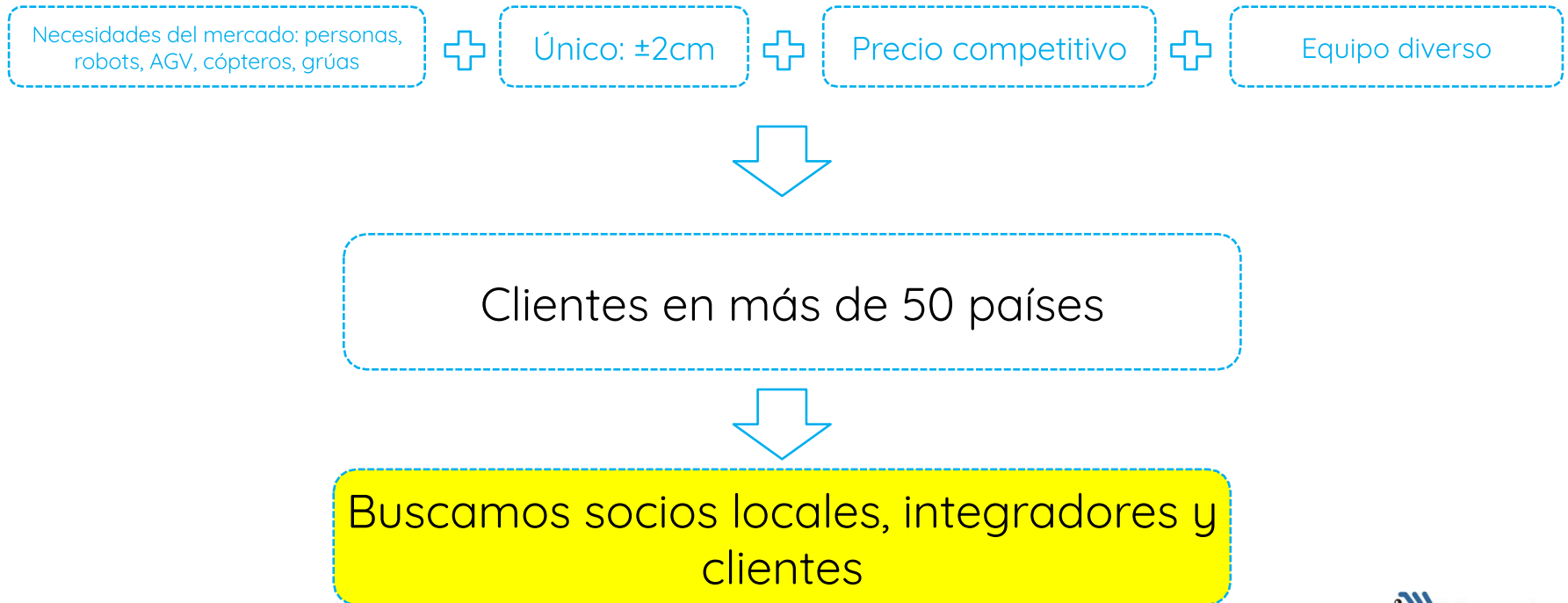
Precisión: 2-5 metros

Competir parcialmente



Hay cientos de fabricantes en navegación por Bluetooth y WiFi. Tienen las mismas limitaciones de cualquier tecnología basada en RSSI

Resumen



Diapositivas adicionales



Marvelmind Robot v100

Un robot autónomo de reparto para
almacenamiento inteligente y
aplicaciones industriales

Hasta 100 kg de carga útil
>16h de autonomía de conducción
4.990 EUR

Idea

- Robot de reparto de mercancías de pequeño tamaño totalmente autónomo, económicamente viable y seguro, para aplicaciones en almacenes, comercio minorista e industria
- Enfoque flexible, modular y pragmático
- Entrega predecible y fiable del punto A al punto B justo a tiempo
- Menor dependencia de la mano de obra



Problema a resolver



- Los vehículos guiados autónomos (AGV) convencionales son voluminosos, costosos, complejos de integrar y peligrosos de utilizar. Si un AGV no es caro, generalmente resulta muy inflexible en cuanto a las rutas de reparto (cables magnéticos en el suelo)
- Muchas empresas simplemente no encuentran económicamente viable utilizar AGV avanzados => el mercado permanece sin atender y sin explotar

Caso de uso: Robot de entrega autónoma



Beneficios clave del Robot de Entrega Autónoma Marvelmind



Entrega completamente autónoma:

- Navegación y evasión de obstáculos basada en la combinación de "GPS" de interiores y varios otros sistemas y sensores. Entrega autónoma sólida y confiable de carga del punto A al punto B

Solución rentable por diseño con poco o ningún costo de integración:

- "GPS" de interiores económico + IMU + odometría + óptico para navegación y posicionamiento en lugar de costosos LiDAR
- Múltiples LiDAR 1D económicos como sensores de proximidad para evasión de obstáculos y seguridad
- Sin elementos costosos de terceros, sin SW ni licencias ni propiedad intelectual de terceros - solo soluciones propias

Tamaño compacto y arquitectura modular:

- Estructura simple y altamente personalizable (estilo "Ikea") con posibilidad de elegir entre diferentes configuraciones de estantes en minutos. Capacidad de batería adicional opcional. Sin horquilla peligrosa
- Adecuado para diferentes alturas/anchos/longitudes del robot y tamaños de cajas/cestas de carga

Casos de uso

Almacenamiento:

- Entrega sin complicaciones de mercancías entre diferentes partes del almacén o entre áreas de almacenamiento y áreas de carga/descarga/ensamblaje. Entrega de mercancías confiable y rápida del punto A al punto B, C, D, etc. Una persona de apoyo coloca cestas o cajas cargadas en el robot, presiona un único botón físico B para la dirección B y el resto de la entrega interna es realizada de forma completamente automática por el robot

Aplicaciones industriales:

- Entrega justo a tiempo y confiable en plantas de ensamblaje (industria automotriz, fábricas, hospitales, plantas químicas o farmacéuticas, industria alimentaria, etc.) de carga pequeña y mediana de diferentes tamaños y formas

Competencia

- Económico
- Versátil
- Ligero y seguro



- Solo competencia parcial con AGV – coexistencia más bien complementaria. Los AGVs tienen capacidades diferentes y satisfacen necesidades distintas
- Muchos actores regulares en AGV: Kuka/Swisslog, Egemim, AGVE, Ward, JBT, etc. Relativamente pocos competidores consolidados en robots de entrega autónomos. Algunos creados solo para uso propio (Amazon/Kiva)
- Muy poca competencia real en robots de entrega de pequeño tamaño
- El precio y la complejidad de la solución total son el factor decisivo para su adopción

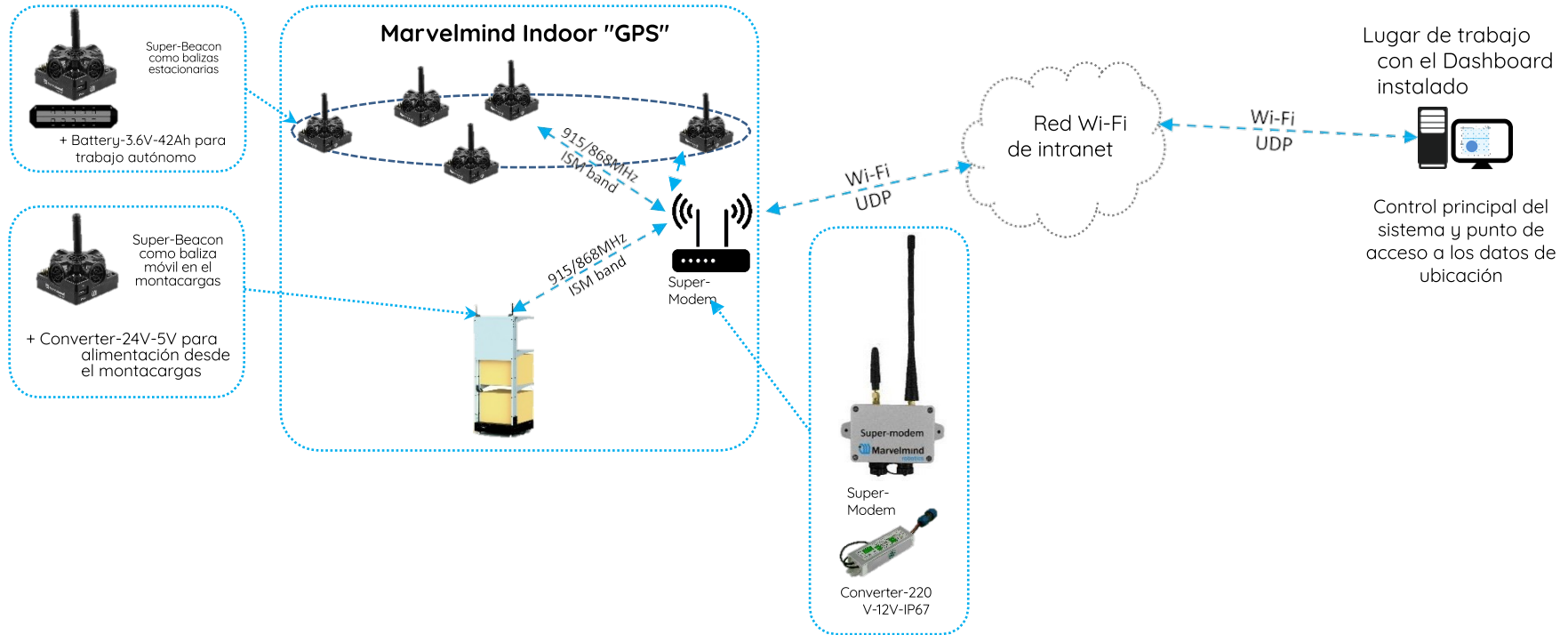


Precio: desde tan solo 4.990 EUR en lugar de 20.000 - 100.000 EUR para un AGV convencional - entre 10 y 20 veces más económico

Tamaño: mucho más pequeño y versátil que un AGV convencional - de tamaño humano o menor

Uso: puede utilizarse donde los AGVs convencionales simplemente no son viables

Marvelmind Robot v100 + Indoor "GPS"



¡Gracias!

Marvelmind Robotics

Marvelmind OÜ

Katusepapi tn 4/2,
Tallinn, 11412,
Estonia

info@marvelmind.com [https://
/marvelmind.com](https://marvelmind.com)