

5G Campus Networks: Más allá del throughput

Gustavo Morice, RCCD
Regional Sales Manager
Nokia



5G Campus Networks

“Mas allá del Throughput”

Gustavo Morice

Nokia Enterprise Campus Edge

Gus.morice@nokia.com

San José, Costa Rica – Marzo 2026

La Industria 4.0 ofrece un aumento masivo en la productividad y la creación de valor económico



Mejorar la eficiencia
con automatización de procesos



Aumentar la agilidad
para satisfacer los requerimientos que cambian rápidamente



Mejorar las decisiones
basadas en inteligencia de datos



Aumentar
Seguridad y
productividad laboral



Sostenibilidad
la eficiencia ayuda a
reducir el impacto ambiental

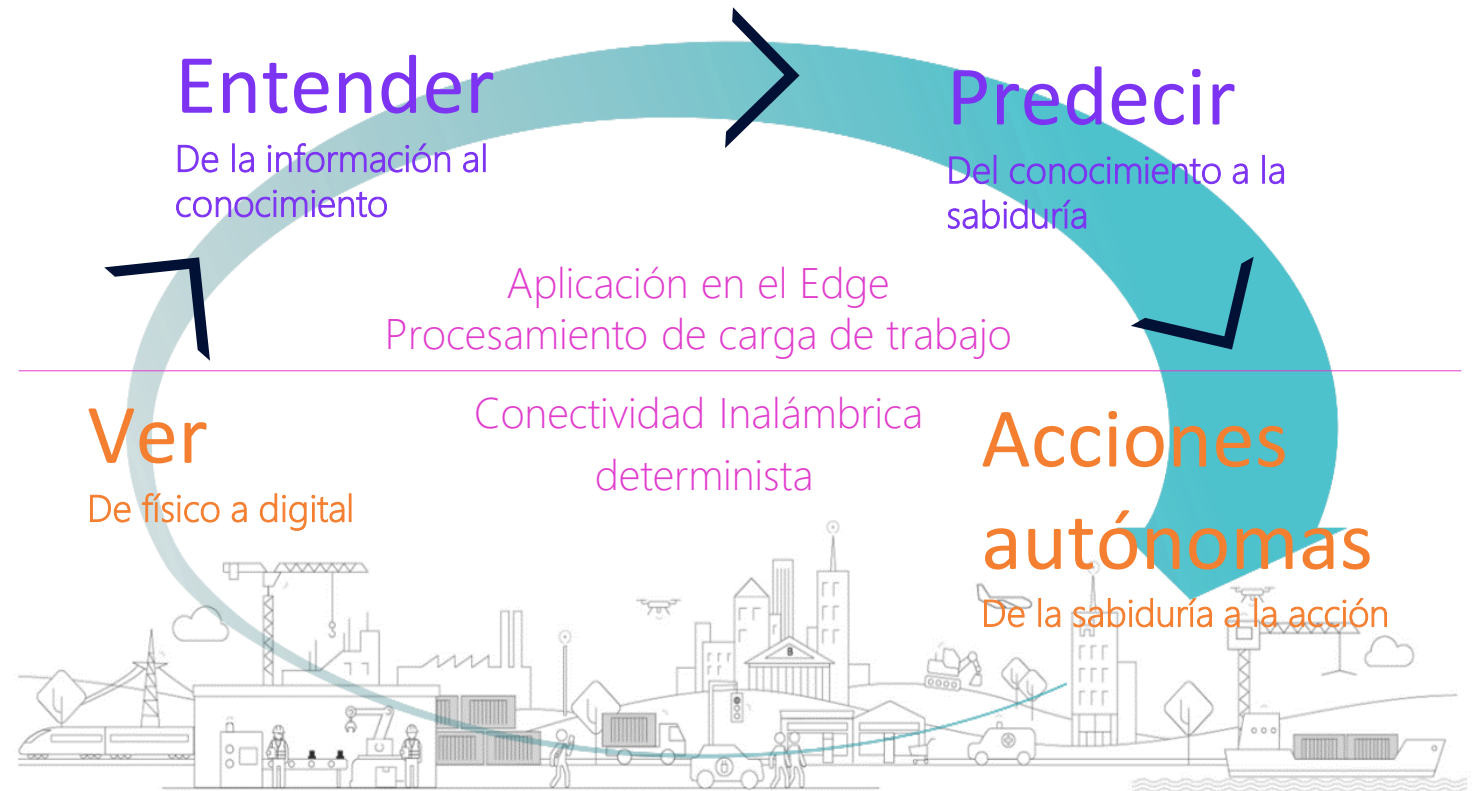
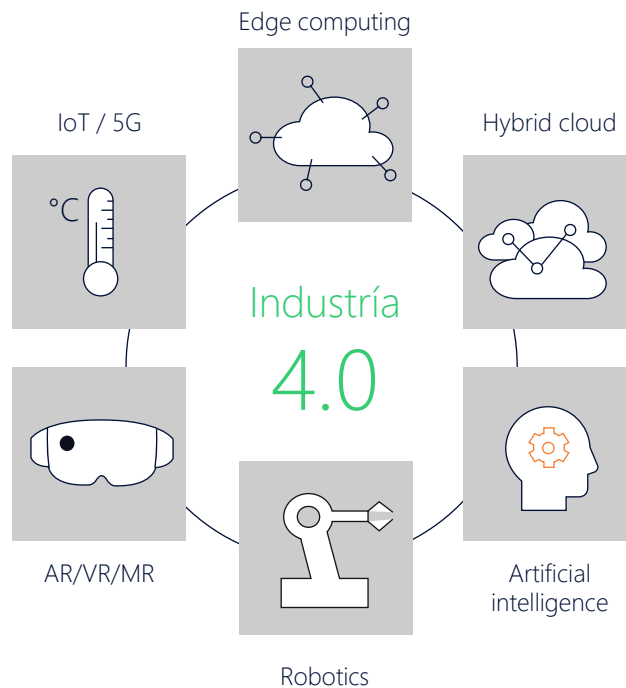
... Sin comprometer la operación de misión crítica de las industrias intensivas en activos



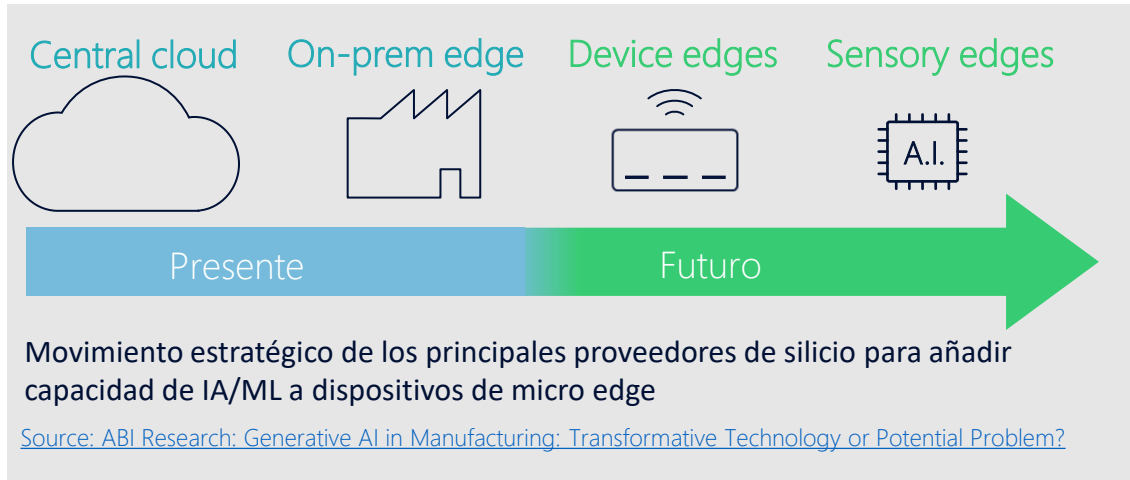
Reconocer los requerimientos de digitalización de la industria 4.0

Para crear la plataforma de digitalización ideal

Convergencia de tecnologías clave
que facilitan crear el entorno
perfecto para la Industria 4.0



Tendencias recientes y excelencia basada en datos



“2 verdades para la IA industrial”

#1

El Control de Procesos
Impulsado por IA
generará un valor real

#2

DataOps se volverá
innegociable

Source: LNS Research: Industrial AI in 2025

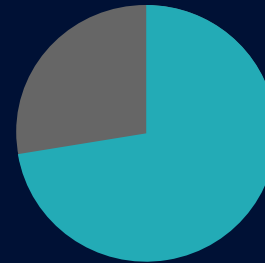
75%

de todos los datos generados por la empresa se procesarán en el Edge

La Nube de Borde (Edge):

- Coloca los recursos informáticos más cerca de la fuente de datos
- Permite la colaboración en tiempo real entre sistemas ciberfísicos
- Impulsa inteligencia accionable para la automatización industrial, la conciencia situacional y la seguridad en el entorno de operación

Source : Gartner Edge Computing in support of the Internet of Things



72%

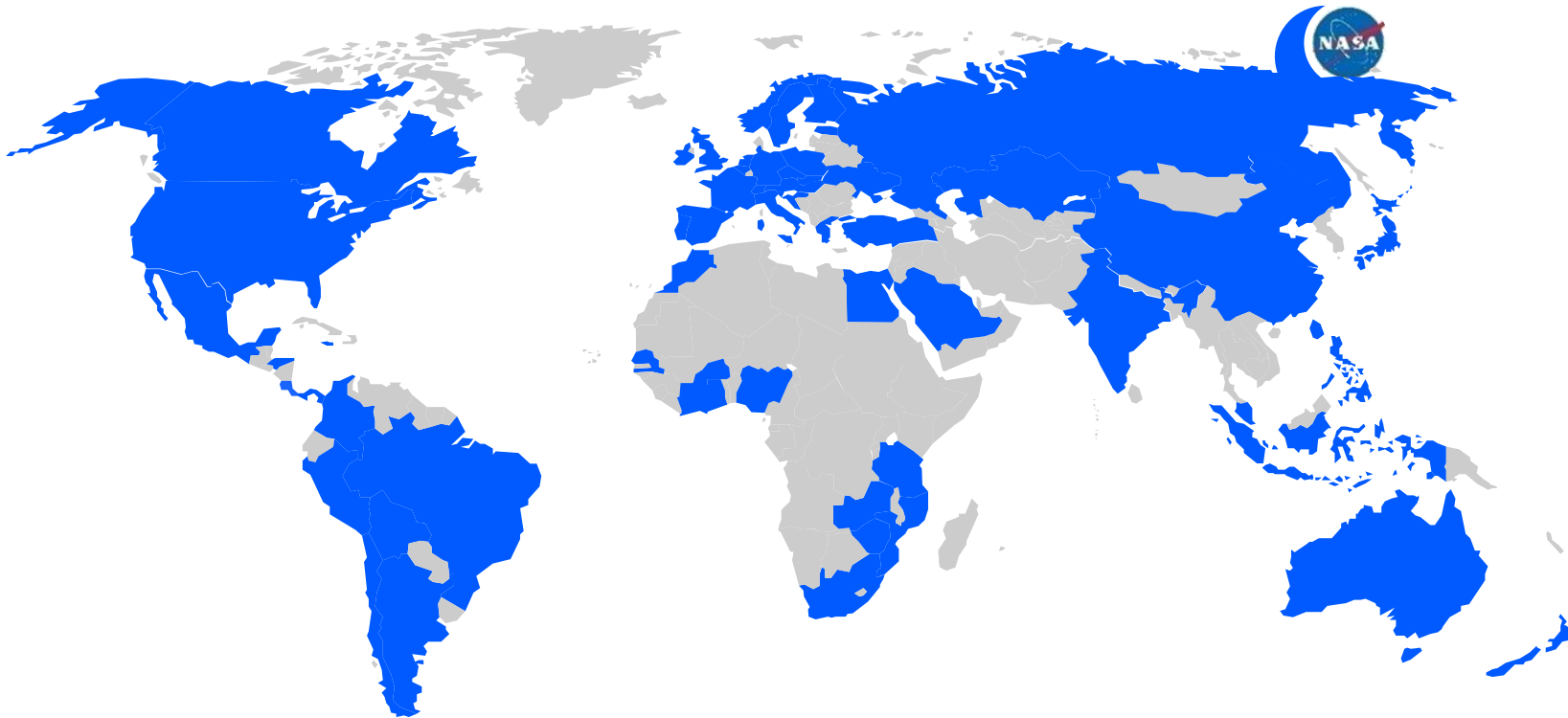
de las organizaciones tienen dificultades para escalar la IA debido a que falta una capa de datos consumible

Source: McKinsey: The data dividend: Fueling generative AI

Redes Inalámbricas privadas 5G en Campus, esta sucediendo ahora...

+ 7500 redes LTE-5G privadas globalmente

130 Países



Análisis de industrias verticales y escenarios de aplicación, que van desde las comunicaciones grupales de misión crítica y la transmisión de video en tiempo real hasta líneas de producción inalámbricas reconfigurables, robots móviles colaborativos, AGV (vehículos guiados automatizados) y AR/VR/MR (Realidad aumentada, virtual y mixta) sin ataduras.

[U.S. Private 5G Networks Market Forecast 2024-2030: Key](#)

**Imagen con fines ilustrativos.

Principales detonantes de la conexión inalámbrica privada

74% de los datos actuales que aún no se han
recopilado!

Detonantes más comunes de la conexión inalámbrica privada

Limites actuales
tecnología inalámbrica

- Problemas con casos de uso existentes en la tecnología inalámbrica existente (por ejemplo, AGV en Wi-Fi)
- Problema con la tecnología inalámbrica existente (por ejemplo, red PMR y PAMR obsoleta)



Introducción de
nuevos casos de uso

- Nuevos casos de uso específicos que requieren una conexión inalámbrica fiable (por ejemplo, transporte autónomo de minas)
- Sitios remotos (por ejemplo, sitios en alta mar)



Incidentes y factores
externos

- Seguridad de los trabajadores (por ejemplo, entornos peligrosos, ...)
- Violación de la seguridad del sitio
- Violación de la privacidad de los datos
- Grandes desastres



Innovación y cambio
de paradigma

- Proyectos corporativos I4.0 "innovación"
- Cambio de paradigma en el segmento de la industria (por ejemplo, generación de energía distribuida)



Conectividad
inalámbrica...

- Greenfield sites
- Brownfield sites sin redes inalámbricas existentes o con redes deficientes



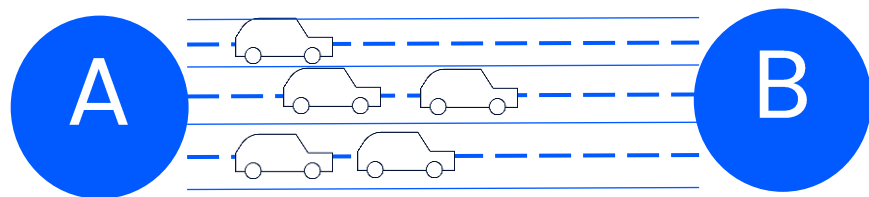
5G y red de campus

101 – B2B (Back 2 Basics)

Red de Campus

un campus no es solo un conjunto de edificios conectados, sino una **infraestructura de telecomunicaciones integrada, diseñada y administrada como un sistema único dentro de un área controlada.**

No olvidar



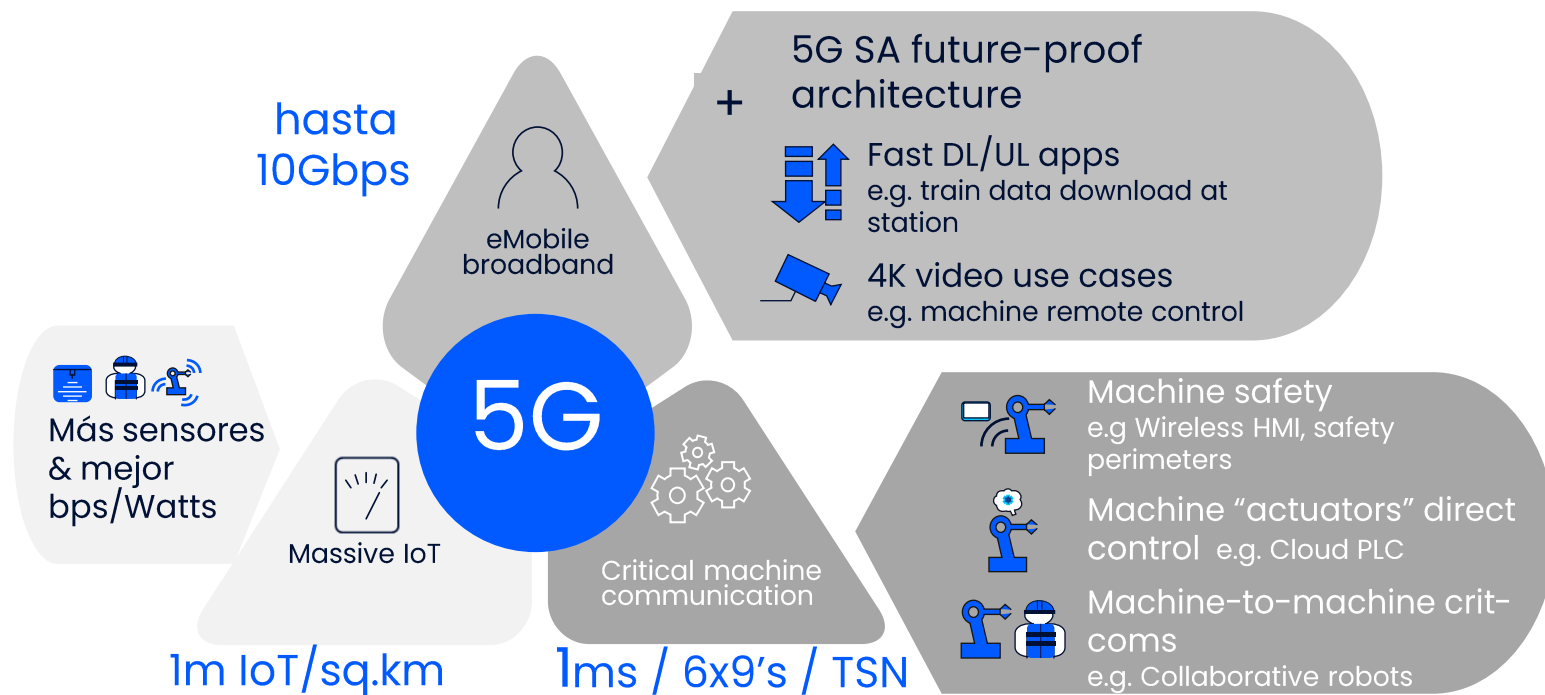
Bandwidth (Capacidad) → “Cuántos carriles tiene la autopista.”

Throughput (Tasa Real de Transmisión) → “Cuántos autos realmente llegan por minuto.”

Latencia (Tiempo) → “Cuánto tarda un auto en hacer el recorrido.”

Jitter (Estabilidad temporal) → “Qué tan variable es ese tiempo de viaje.”

5G – Red Movil de 5ta Generación

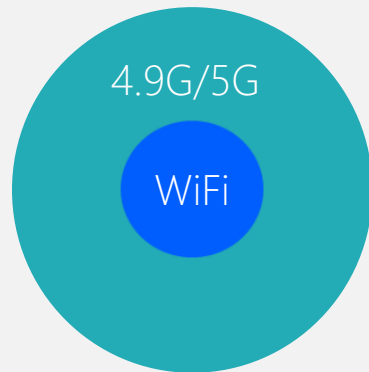


Cuando hablamos de 5G Campus, hablamos de extender esa arquitectura tradicional hacia conectividad inalámbrica de misión crítica.

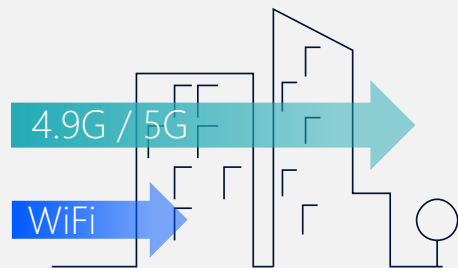
Wi-Fi 6: mejor capacidad, latencia y tasa de datos, pero sigue siendo centrado en TI...

LTE/4.9G y 5G privados aptos para requisitos de aplicaciones OT

Cobertura amplia y profunda
4-100x cobertura

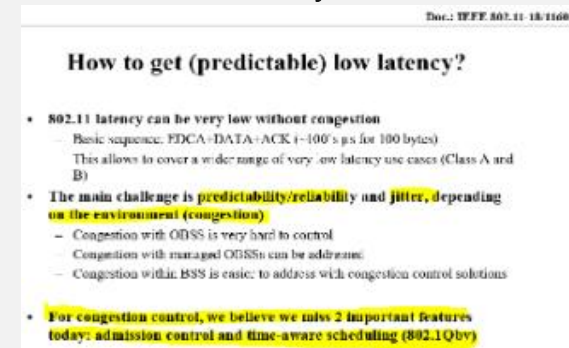


>3 muros adicionales de penetración

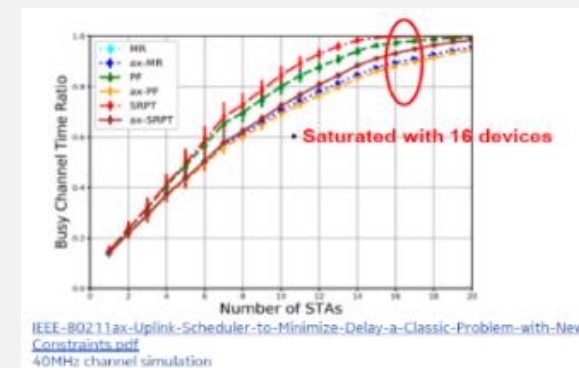


Rendimiento previsible

Stable <15ms latency



25x capacidad multi-usuario



Seguridad
grado militar



Wi-Fi
WPA2/3
compromised



4.9G/5G
SIM authentication
E2E encryption

Una red para
todas las apps

Wi-Fi 5/6

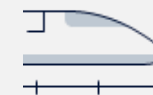
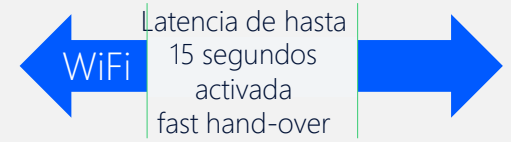
- Does not include
IIoT LP capabilities

LTE integrates LPWAN

- Narrow band, low power
applications on same radio



Movilidad de alta velocidad

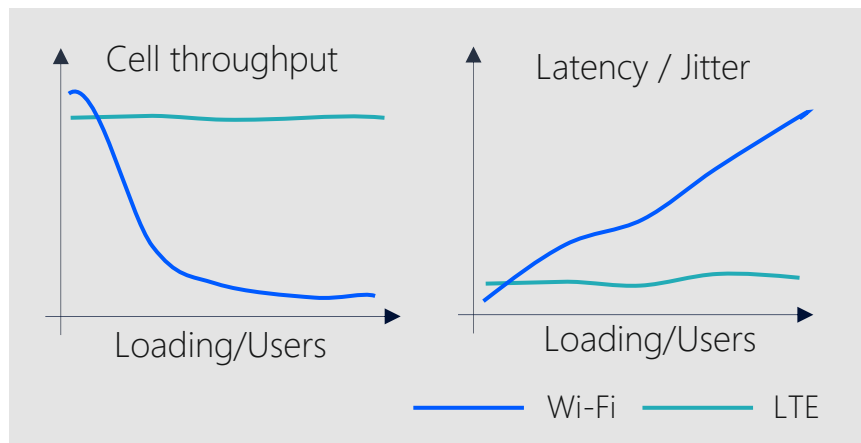
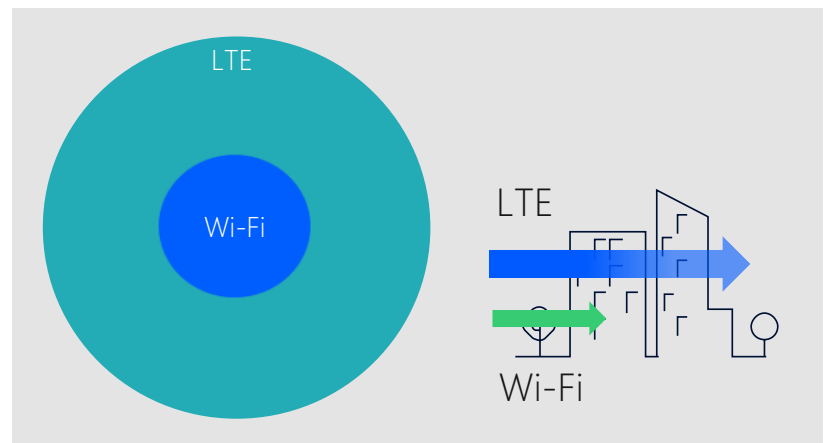


LTE/4.9G vs Wi-Fi 5/6 (version técnica)

100x cobertura, mayor penetración y no línea de visión

Tasa de datos predecible, latencia estable de <15 ms y capacidad multiusuario 25x

Seguridad de grado militar Una red para todas las aplicaciones



Wi-Fi - WPA2/3
HACKED

LTE
SIM authentication
E2E encryption



Wi-Fi 5/6

- High/low datarate apps
- IoT needs in different standards 802.11ah/e/p

LTE integrated LPWAN



- High datarate, low latency apps
- Voice service + Legacy PMR (PTT/PTV)
- Narrow band, low power

RF Power

milliwatts Watts

Wi-Fi LTE

UL multiplexing
2x radius in same frequency

	DL	UL
Wi-Fi 5/6	OFDM / OFDMA	
LTE	OFDMA	SC-FDMA

Recursos - dominio del espectro

per 20MHz

Wi-Fi 6 LTE

9 RU 100 RU

11x_{res} ources

QoS

Scheduler adjustment

Pre-emption

GBR

QCI

QoS

Wi-Fi LTE

Alcance frecuencia

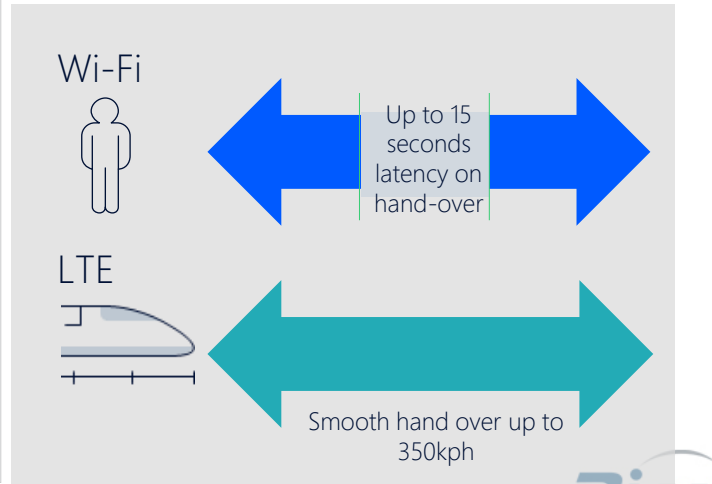
Wi-Fi
xGHz

LTE
<GHz

Programación avanzada

Wi-Fi	Wi-Fi 5: No scheduling Wi-Fi 6: UL only, Basic features
LTE	DL & UL scheduler + Real time UE radio condition adaptive scheduler

Movilidad a alta velocidad



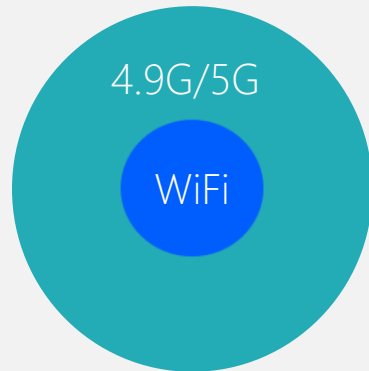
Wi-Fi 7: mejora adicional pero sigue centrada en TI...

LTE/4.9G y 5G privados aptos para requisitos de aplicaciones OT

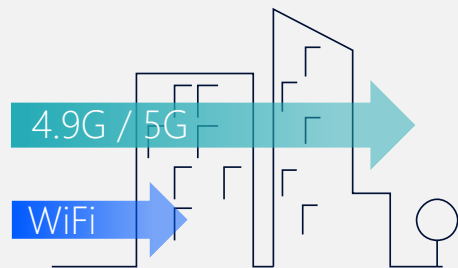
Cobertura amplia y profunda

4-100x coverage

Sin mejoras en Wi-Fi7

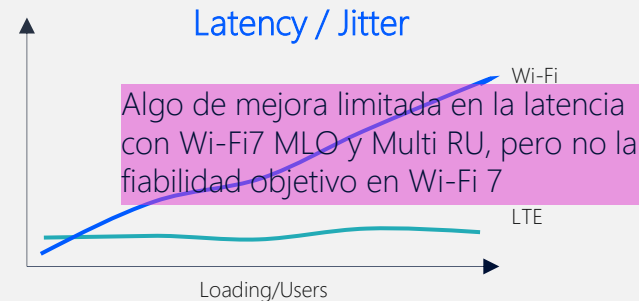


>3 extra walls of penetration

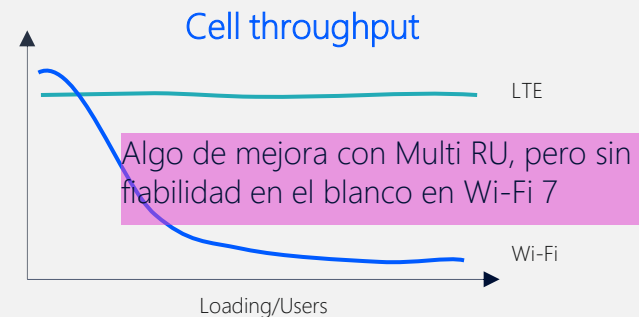


Predictable performance

Stable <15ms latency



25x multi-user capacity



Military grade security



Wi-Fi
WPA2/3
compromised

Sin mejoras en Wi-Fi7



4.9G/5G
SIM authentication
E2E encryption

Una red para todas las Apps

Wi-Fi 5/6

Reducir el consumo energético de dispositivos IoT con tiempo de activación objetivo estático

LTE integrates LPWAN

• Narrow band, low power applications on same radio



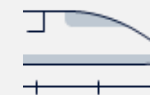
High speed mobility



WiFi

Up to 15 sec latency on fast hand-over

Sin mejora hasta el Wi-Fi8



4.9G/5G

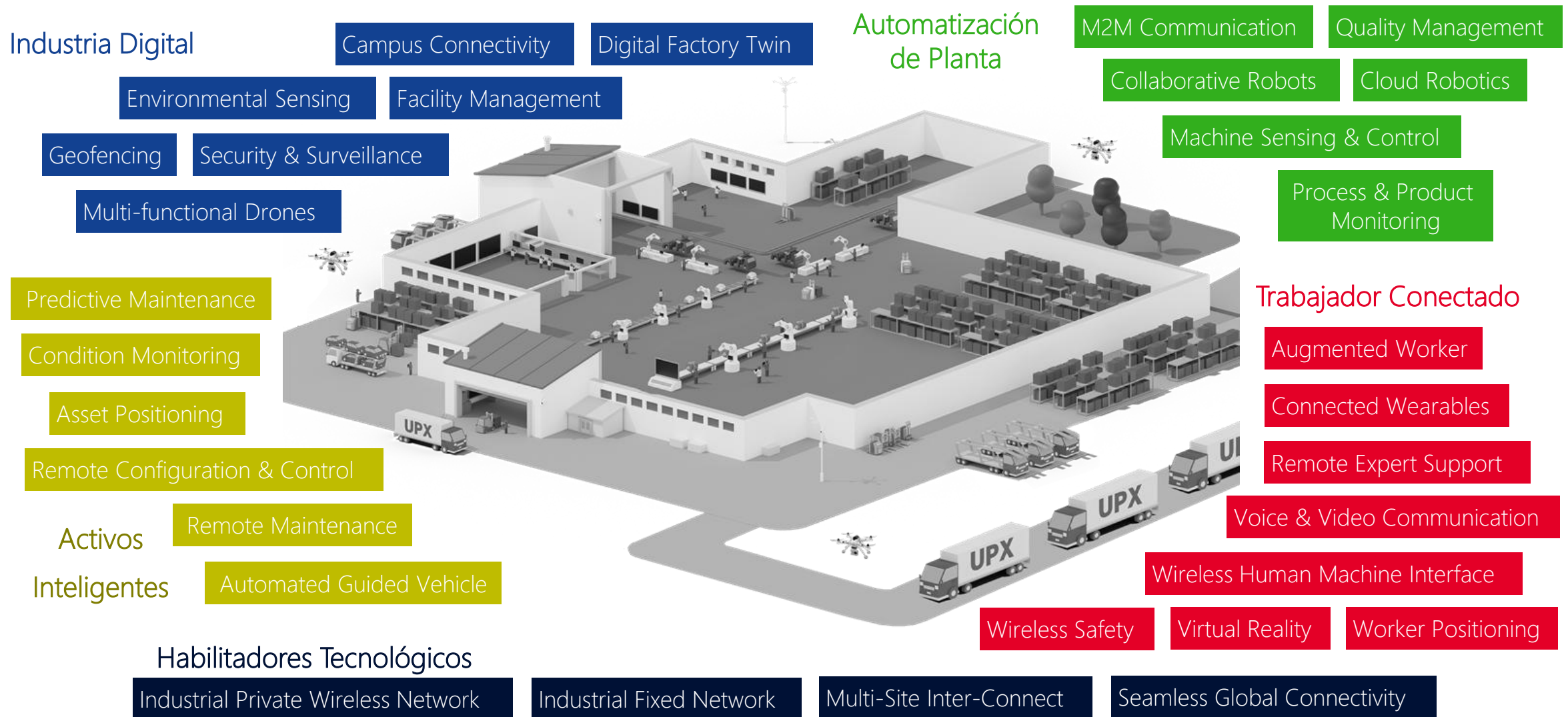
Smooth hand over up to 350kph

Diferentes dominios de aplicación en el mismo Campus

Diferentes tecnologías para distintos servicios o casos de uso



Industria 4.0 casos de uso en Campus 5G



Caso de Uso - AGV

Conectividad inalámbrica fiable para vehículos automatizados

Enunciado del problema, descripción y beneficios empresariales

Los AGV están conectados sin problemas al sistema operativo central (gestión de flotas).

Comunicación de AGV con el gestor de flota

Información periódica:

- Posición y/o dirección

Comunicación basada en eventos:

- Estado de la orden de trabajo



Gestión de flotas



Comunicación del gestor de flota con el AGV

Información periódica:

- Información sobre la posición y dirección de los AGV vecinos
- Actualizaciones de mapas

Comunicación basada en eventos:

- Nuevo orden de trabajo



Enunciado del problema

Se requiere una comunicación de baja latencia entre el sistema de gestión de flotas y los AGV

Conectividad fluida (que apoya la movilidad) en la zona de conducción

Descripción

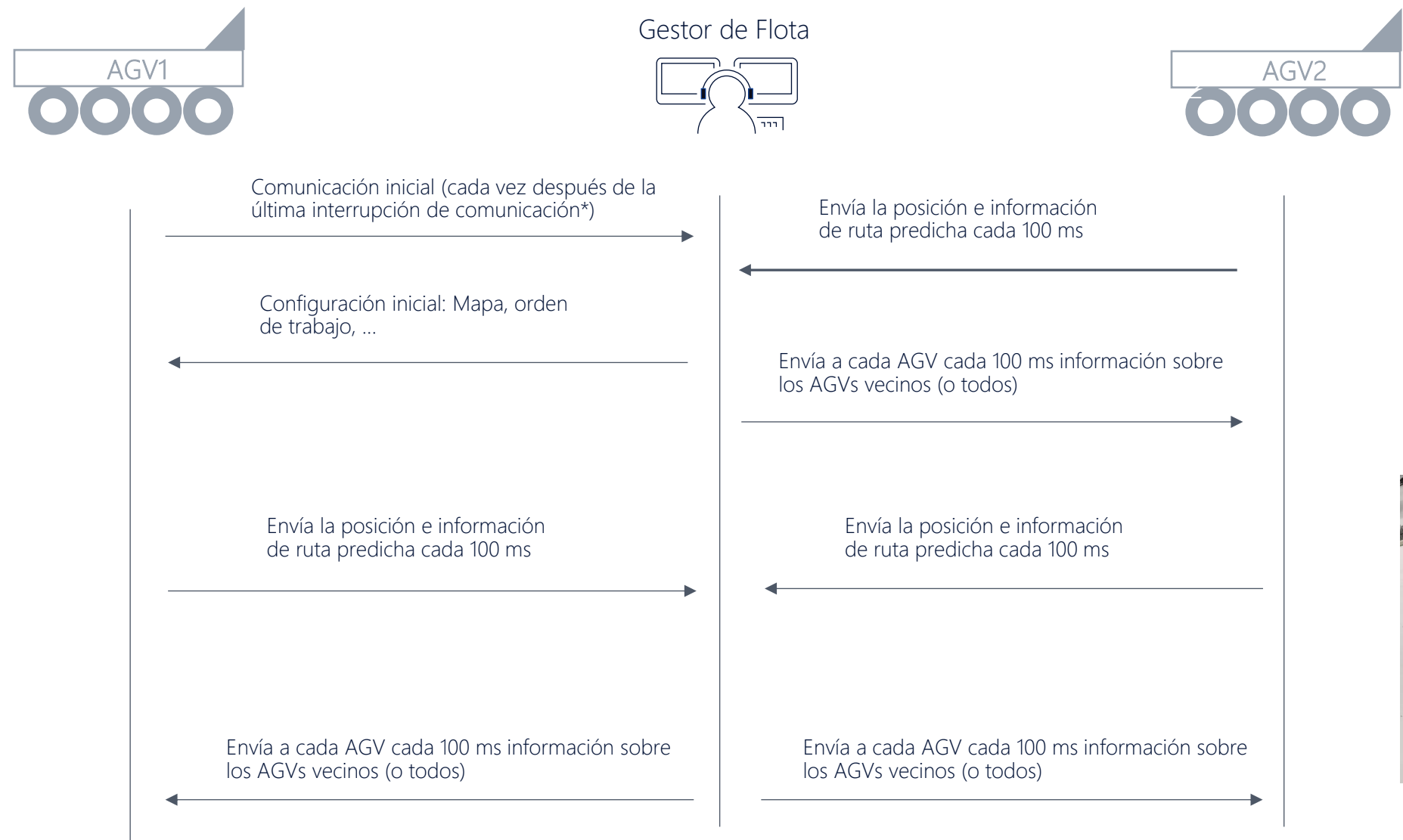
La solución proporciona conectividad a todos los AGV móviles que se trasladan al área del almacén

- No hay interrupciones de comunicación durante el HandOver
- Se puede seguir la posición de los AGVs.

Beneficios empresariales

- Infraestructura inalámbrica altamente disponible y fiable en todo el almacén
- Reducción del equipo de radio en el campo (1:10x - comparado con WiFi)
- Preparación futura con arquitecturas escalables para apoyar la automatización de almacenes
- Comunicación garantizada de baja latencia

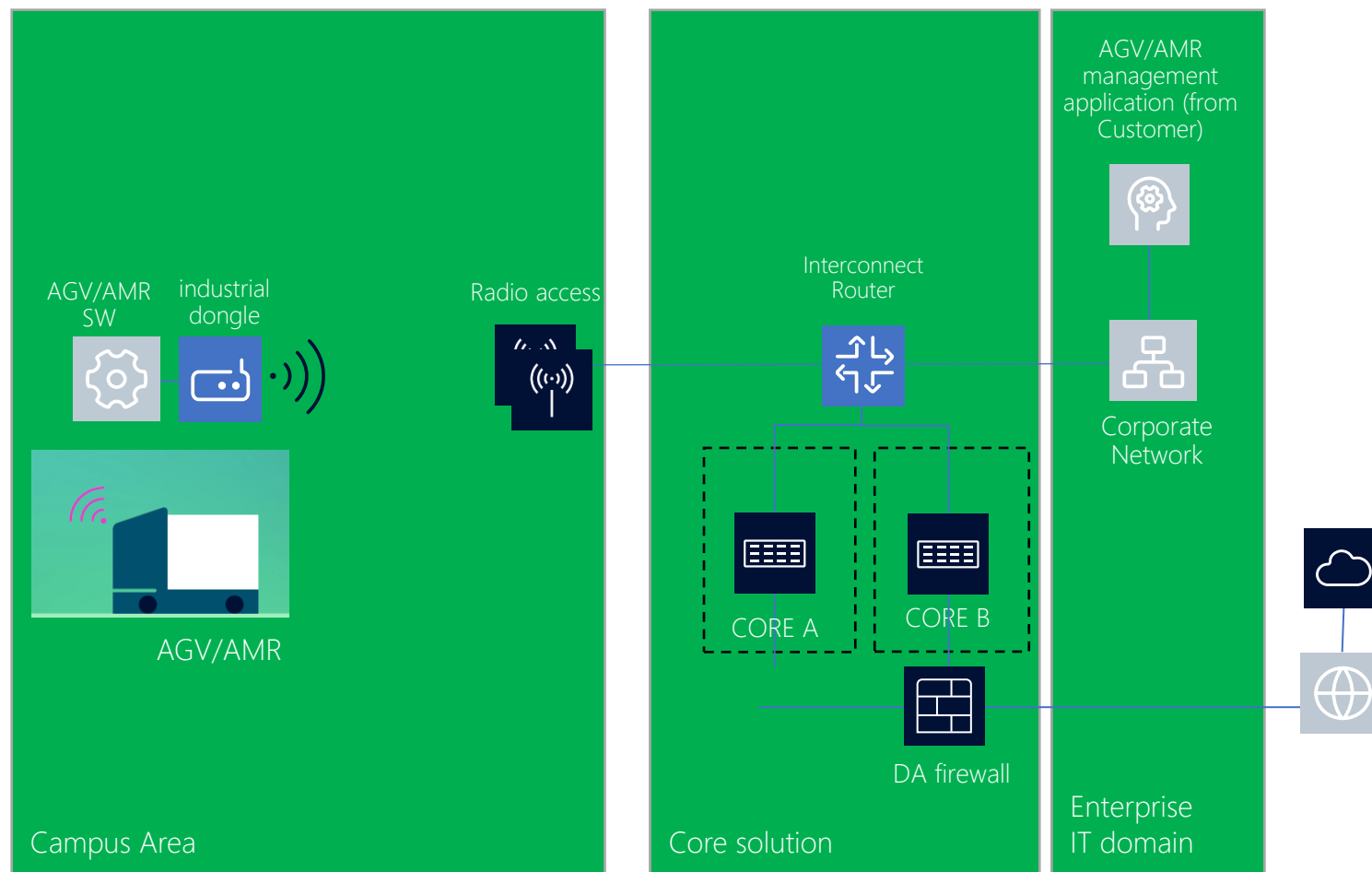
Flujo de Comunicación del AGV



* Después de un apagado planificado o pérdida de conexión (tiempo de espera)

AGV/AMR

Bloques de alto nivel



Enfoque

- Red inalámbrica privada con cobertura fluida y fiable en toda la planta y el campus

Componentes

- Red de Campus privada
 - Con prioridad de QoS
 - Router Industrial Inalambrico
- Core de Red Privada (LTE-5G)
 - Gestor de Dispositivos
 - Software de Monitoreo de Red
- Servicios E2E

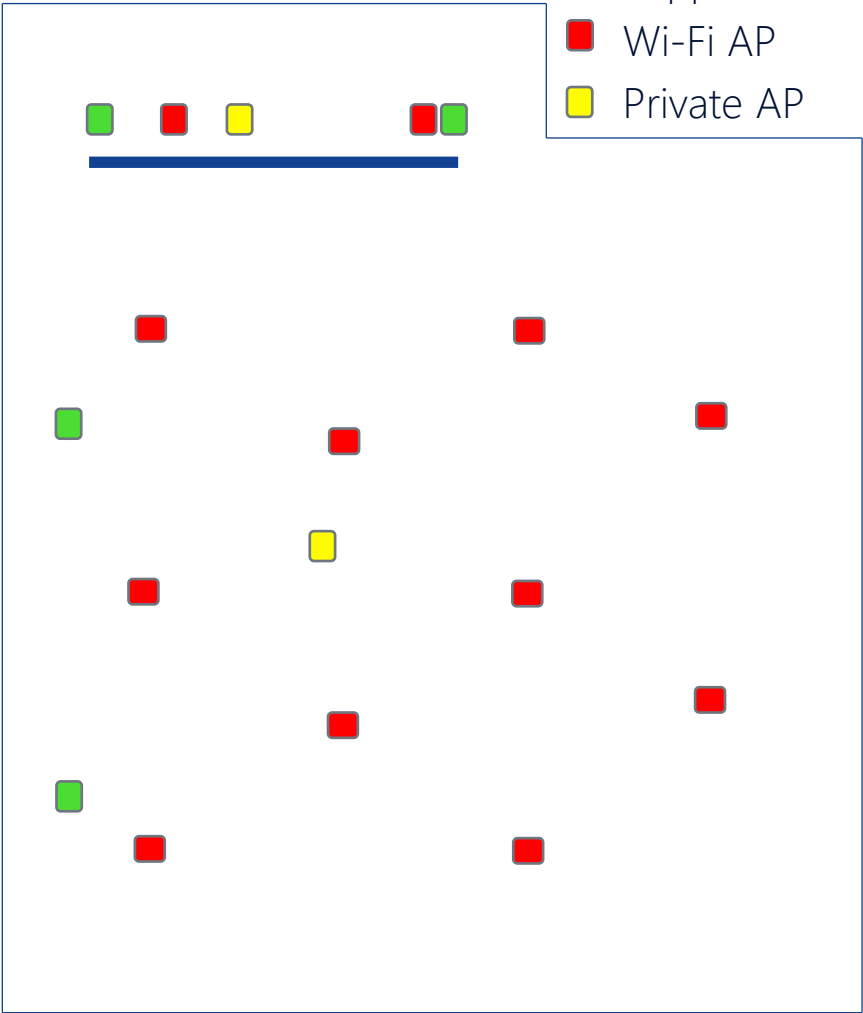
Exclusion:

- No TSN support

Caso de Uso - Resultado: PWN vs Wi-Fi

Comparación a nivel de red

Diagrama del almacén



	Wi-Fi	PWN
No de APs	10+	2
Cobertura por un solo punto de acceso (m)	15	50
No hay UE soportado por un solo punto de acceso	64	400+
Handover Tasa de éxito	No handover	99.9%
Throughput (Mbps)	Inestable	85.56(DL)/24.33(UL)

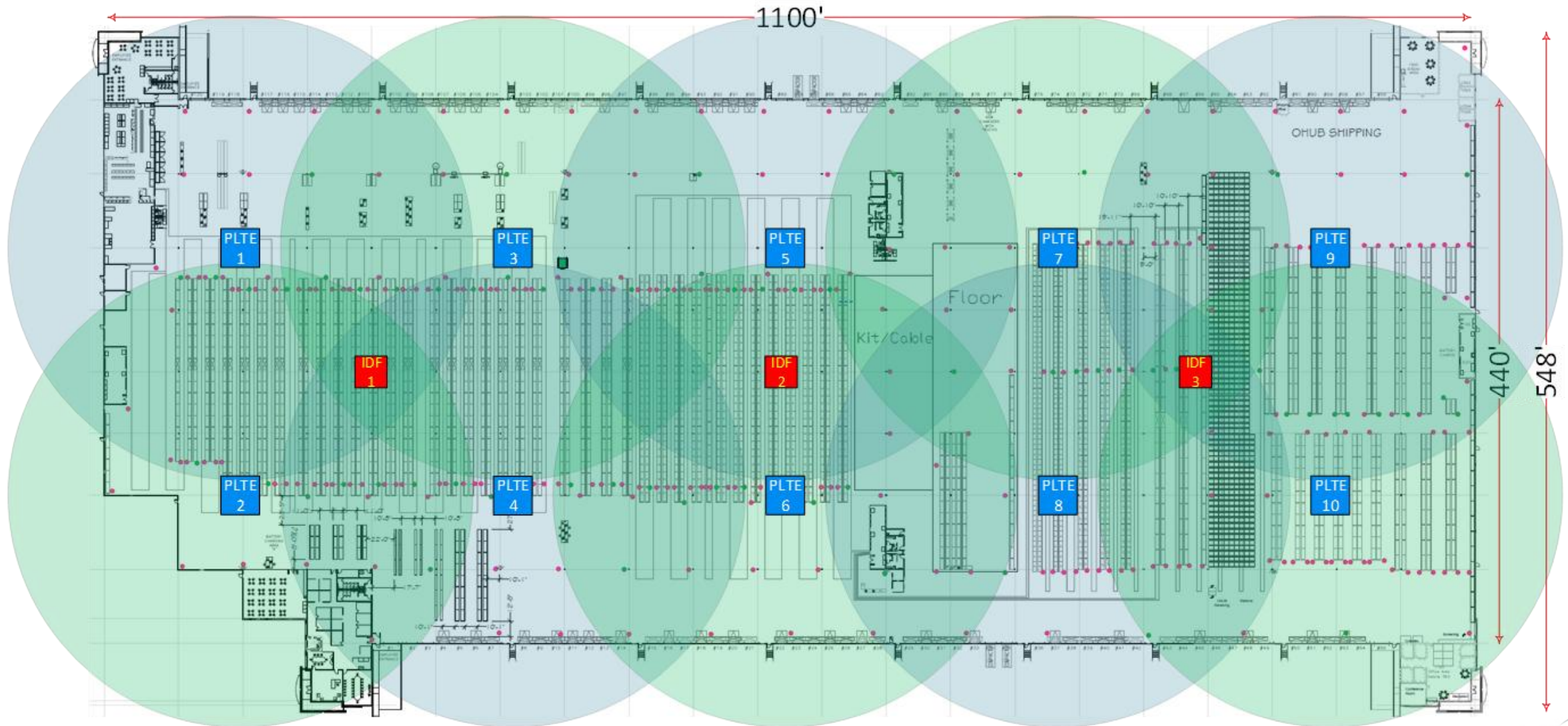
Comparación a nivel de aplicación

	Wi-Fi	PWN
E2E latencia (ms)	30-90	10(DL) / 11(UL)
Conexión AGV perdida (incidente/día)	3-5 times	0
AGV handover	No hay función de traspaso que pueda perder el control sobre los AGV. Es necesario la cobertura de solapamiento para mitigar el problema	La tasa de éxito de la transferencia de AGV es del 99,9%, lo que mejora considerablemente la movilidad de los AGV dentro del complejo y el aumento de movimientos

This detailed floor plan illustrates the layout of a data center, featuring a grid of server racks and various functional areas. The plan is dimensioned at 1116' by 548'. Key components include:

- Access Points (APs):** 49 APs are distributed throughout the facility, numbered 1 through 49. They are represented by blue circles with their respective numbers.
- Intermediate Distribution Frames (IDFs):** 9 IDFs are located throughout the plan, numbered 1 through 9. They are represented by red squares with their respective numbers.
- Rooms and Areas:**
 - KIT/Cable:** A central area for equipment and cabling.
 - OHUB SHIPPING:** A large area on the right side of the plan.
 - BATTERY CHARGING:** A room at the bottom right of the plan.
 - ENTRANCE:** Located at the top left of the plan.
 - EXIT:** Located at the bottom right of the plan.
- Dimensions:** The overall dimensions of the facility are 1116' by 548'.
- Grid System:** A grid of server racks is shown, with each rack labeled with a number (e.g., #1, #2, #3, etc.).
- Blue Dashed Lines:** These lines represent the coverage areas of the APs, showing how they are distributed across the facility.

Mismo almacén con 10 puntos de acceso privados inalámbricos, 3 IDF



Wrap-up

Más allá del Throughput



Latencia
Determinística



Confiabilidad y
SLA 6x9's



Movilidad
Continua



Seguridad
Integrada



Control Total
de la red

Cuando hablamos de 5G, en un ambiente de Campus, no estamos hablando de hacer la red más rápida, estamos hablando de hacer la operación **más segura, más predecible y más confiable.**

“Eso es ir más allá del throughput.”

- Preguntas -