



***SISTEMA DE MONITOREO SATELITAL PARA SILOS BOLSAS BASADO
EN TECNOLOGÍA IOT***

Trabajo de posgrado para optar al título de
Especialista en Gestión de la Innovación y la Vinculación Tecnológica

Estudiante:

Ing. Juan Pablo Martinez

Director:

Mg. Ing. Santiago Roatta

ÍNDICE GENERAL

1. Resumen.....	8
2. Introducción a la problemática.....	9
3. Objetivos y justificación de la intervención profesional.....	10
4. Enfoque Territorial, una mirada sobre la vinculación tecnológica para el desarrollo en nuestro país.....	12
5. La vinculación tecnológica en los agronegocios para el desarrollo.....	15
6. El campo y la tecnología en Argentina, análisis de contexto.....	17
7. Los silos bolsas, una innovación revolucionaria y estratégica para el campo.....	20
8. El Vandalismo sobre los silobolsas en el sector agropecuario Argentino, implicancias sociales y económicas.....	23
8.1 Contexto del Vandalismo en Zonas Rurales.....	23
8.2 Causas del Vandalismo en Silobolsas.....	24
8.3 Implicancias Económicas.....	25
8.4 Implicancias Sociales.....	26
8.5 Estrategias de Mitigación y Soluciones.....	27
9. Sistema de Monitoreo Satelital para silos bolsas basado en tecnología IoT, una solución con un enorme potencial para un gran problema existente.....	29
10. Los diferentes componentes tecnológicos del sistema.....	32
10.1 El Nodo, un nexo fundamental para la gestión de las comunicaciones del sistema....	33
10.1.1 El nodo en detalle y un conjunto de especificaciones y consideraciones para la instalación y puesta en marcha del mismo.....	39

10.1.2 Elementos necesarios para la instalación.....	40
10.1.3 Elección del lugar de montaje.....	47
10.1.4 Fijación del gabinete estanco.....	49
10.1.5 Esquema de instalación del nodo.....	50
10.1.7 Ficha técnica de preinstalación.....	53
10.1.8 El protocolo LoRa y la arquitectura de comunicación utilizada por el nodo.....	55
10.8.1.1 Protocolo Lora.....	55
10.1.8.2 Arquietectura de comunicación satelital.....	57
10.1.8.3 Lenguaje XML.....	59
10.1.9 Nodos alimentados por energía solar.....	60
10.1.9.1 Elementos del Nodo Solar.....	61
10.1.9.2 Elementos necesarios para la instalación.....	62
10.1.9.3 Consideraciones generales para la instalación.....	63
10.1.9.4 Arquitectura general de instalación del nodo solar.....	64
10.1.9.5 Consideraciones de seguridad.....	65
10.2 Los sensores, actores principales en el proceso de monitoreo de los silos bolsas.....	67
10.2.1 Identificación y características de los sensores lora.....	73
10.2.2 El protocolo bluetooth, un medio esencial para la conexión a los sensores.....	74
10.2.3 Esquema general básico de conectividad del sistema de monitoreo.....	76
10.3 El ecosistema digital del sistema de monitoreo.....	78
10.3.1 Plataforma web para la gestión de procesos operativos y de monitoreo.....	79
10.3.1.1 Interfaz para alta de nodos.....	80
10.3.1.2 Ordenes de instalación.....	83

10.3.1.3 Sección de silos bolsas en la plataforma web.....	86
10.3.1.4 Vistas específicas para el equipo de monitoreo de nodos y bolsas.....	88
10.3.2 Bots de monitoreo por medio de Telegram.....	89
10.3.3 Aplicación móvil del instalador para la implementación de los sensores.....	92
10.3.4 Aplicación móvil de negocios, orientada a clientes actuales o potenciales....	103
11. El plus comercial del sistema de monitoreo, una puerta de ingreso a una manera disruptiva de hacer negocios.....	107
12. Conclusión Final.....	110
13. Bibliografía.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Enfoque Territorial.....	13
Figura 2: Las capas del sistema.....	33
Figura 3: Componentes de la capa eléctrica.....	34
Figura 4: Componentes de la capa de red.....	36
Figura 5: Componentes de la capa satelital.....	37
Figura 6: Esquema de Comunicación Satelital.....	37
Figura 7: Esquema de comunicación Interna.....	38
Figura 8: El nodo y sus componentes.....	38
Figura 9: Vista ampliada del nodo con detalles de componentes.....	39
Figura 10: Antena satelital IDP.....	41
Figura 11: Orientación en instalación.....	42
Figura 12: Disposición incorrecta de instalación.....	43
Figura 13: Disposición correcta de instalación.....	43
Figura 14: Antena omnidireccional.....	44
Figura 15: Conector de antena omnidireccional al gateway lora.....	45
Figura 16: Cable y ficha UTP para conexión a componentes del nodo.....	46
Figura 17: Ejemplo de escenario de montaje en silo de chapa.....	48
Figura 18: Montaje sobre torre estructural para antenas.....	49
Figura 19: Vista del gabinete estanco que aloja los componentes del nodo.....	50
Figura 20: Esquema de conexión general del nodo.....	51
Figura 21: Nodo instalado en columna estructural a 30 metros de altura.....	51
Figura 22: Instalación de nodo vista terrestre.....	52
Figura 23: Instalación en noria vista aérea.....	52

Figura 24: Secuencia de envío de comandos por satélite.....	57
Figura 25: Interior nodo solar.....	62
Figura 26: Orientación de paneles solares.....	64
Figura 27: Esquema de instalación de nodo solar.....	65
Figura 28: Nodo solar instalado en estructura autónoma.....	66
Figura 29: Sensor implementado en un silo bolsa.....	68
Figura 30: El sensor desde diferentes perspectivas.....	68
Figura 31: Informe sobre el estado del contenido del silo bolsa.....	69
Figura 32: Sensor en funcionamiento sobre silo bolsa.....	72
Figura 33: Imagen de parámetros bluetooth de conexión.....	74
Figura 34: Esquema de conexión entre aplicación móvil y sensor.....	75
Figura 35: Conexión al interior de un sensor.....	76
Figura 36: Circuito de conexión del sistema.....	77
Figura 37: Pantalla de alta de nodos en plataforma web.....	81
Figura 38: Espectro de cobertura del nodo.....	81
Figura 39: Mapa con vista general de nodos instalados.....	82
Figura 40: Vista de listado de nodos instalados.....	83
Figura 41: Pantalla de creación de órdenes de instalación.....	84
Figura 42: Pantalla para carga de kits en la plataforma web.....	84
Figura 43: Instancia de configuración de notificaciones dentro de la orden de instalación....	85
Figura 44: Vista general de silos bolsas en plataforma web.....	86
Figura 45: Vista interior de un silo bolsa desde la plataforma web.....	87
Figura 46: Vista de la bolsa con métricas y localización satelital en tiempo real.....	87
Figura 47: Vista de nodo con indicadores para el monitoreo proactivo.....	89
Figura 48: Vista de nodos con alertas activadas.....	89

Figura 49: Vista de bot de nodos en Telegram.....	90
Figura 50: Vista del bot para eventos de sensores en Telegram.....	92
Figura 51: Aplicación de instalación, pestaña de kits.....	93
Figura 52: Aplicación de instalación, pestaña de órdenes.....	94
Figura 53: Aplicación de instalación, tipo de formato de instrucción.....	95
Figura 54: Aplicación de instalación, pasos de la sensorización.....	96
Figura 55: Aplicación de instalación, medidor de distancia.....	98
Figura 56: Aplicación de instalación, activación de sensores.....	99
Figura 57: Aplicación de instalación, confirmación final.....	100
Figura 58: Aplicación de instalación, finalización de la orden.....	101
Figura 59: Aplicación de instalación, estatus de las órdenes.....	101
Figura 60: Aplicación de instalación, sincronización de órdenes.....	102
Figura 61: Aplicación de negocios, vista de notificaciones.....	104
Figura 62: Aplicación de negocio, resumen de bolsones.....	105
Figura 63: Aplicación de negocios, vista de bolsas.....	106
Figura 64: Flujo de negocio comercial utilizando el sistema de monitoreo.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha técnica de preinstalación.....	54
Tabla 2: Identificación del sensor y los datos enviados por el mismo.....	56
Tabla 3: Vista del log del gateway.....	56
Tabla 4: Paquete de datos de reporte satelital.....	58
Tabla 5: Tipos de mensajes con información del nodo.....	58
Tabla 6: Comando 0X82 para ACK.....	59
Tabla 7: Inclinación de paneles solares.....	64

1. Resumen

En los últimos cinco años la violencia contra la propiedad privada rural se incrementó de manera significativa en lo que respecta tanto a roturas de silobolsas como a otros actos vandálicos (“Volvieron las roturas de silobolsas”, 2022), las estadísticas indican que, desde comienzos del 2020 dichas situaciones no paran de agravarse.

Según la opinión de los especialistas, partiendo de la base que cada silo bolsa puede contener hasta 200 toneladas en promedio, al momento de la rotura se puede perder entre un 15% o 20% de lo almacenado aproximadamente, sin dejar de destacar que en muchos casos quienes realizan dicho ilícitos han arrojado curasemilla al grano, ocasionando un daño total al mismo, con la consecuente pérdida total del contenido del bolsón (“Este año ya destruyeron 57 silobolsas que almacenaban granos por 4 millones/dólares, 2020).

Dicha situación perjudica no solamente a los dueños de los campos, sino también al Estado, ya que los granos cuyo principal destino es la exportación, generan ingreso de divisas las cuales están sometidas a impuestos y retenciones por parte del gobierno, destinadas a bienes y servicios para el bien común y el desarrollo de nuestra sociedad en su conjunto (“El caso de la rotura de silobolsas en la Argentina, explicado”, 2020).

Encontrar una solución de prevención para lo expuesto, sería realmente revolucionario para el sector del agro, si bien es cierto que desde el gobierno se ha trabajado sobre el artículo 184 bis para endurecer las penas para estos y otros tanto delitos rurales, lograr desarrollar un sistema que informe en tiempo real el estado de los bolsones, aportaría una solución sólida que salvaguarde en muchos casos el esfuerzo e inversión de todo un año de trabajo, pensando principalmente en aquellos mediano y pequeños productores, cuyas consecuencias de dichos actos vandálicos son realmente devastadoras.

2. Introducción a la problemática

En los últimos cinco años la violencia contra la propiedad privada rural se incrementó de manera significativa en lo que respecta tanto a roturas de silobolsas como a otros actos vandálicos (“Volvieron las roturas de silos bolsas”, 2022), las estadísticas indican que, desde comienzos del 2020 dichas situaciones no paran de agravarse.

Según la opinión de los especialistas, partiendo de la base que cada silo bolsa puede contener hasta 200 toneladas en promedio, al momento de la rotura se puede perder entre un 15% o 20% de lo almacenado aproximadamente, sin dejar de destacar que en muchos casos quienes realizan dicho ilícitos han arrojado curasemilla al grano, ocasionando un daño total al mismo, con la consecuente pérdida total del contenido del bolsón (“Este año ya destruyeron 57 silobolsas que almacenaban granos por 4 millones/dólares, 2020).

Dicha situación perjudica no solamente a los dueños de los campos, sino también al Estado, ya que los granos cuyo principal destino es la exportación, generan ingreso de divisas las cuales están sometidas a impuestos y retenciones por parte del gobierno, destinadas a bienes y servicios para el bien común y el desarrollo de nuestra sociedad en su conjunto (“El caso de la rotura de silobolsas en la Argentina, explicado”, 2020).

Encontrar una solución de prevención para lo expuesto, sería realmente revolucionario para el sector del agro, si bien es cierto que desde el gobierno se ha trabajado sobre el artículo 184 bis para endurecer las penas para estos y otros tanto delitos rurales, lograr desarrollar un sistema que informe en tiempo real el estado de los bolsones, aportaría una solución sólida que salvaguarde en muchos casos el esfuerzo e inversión de todo un año de trabajo, pensando principalmente en aquellos mediano y pequeños productores, cuyas consecuencias de dichos actos vandálicos son realmente devastadoras.

3. Objetivos y justificación de la intervención profesional

Lograr desarrollar un sistema de monitoreo de silobolsas por medio de tecnología innovadora y de bajo costo, es una necesidad latente e imperante que posee actualmente el sector agropecuario de nuestro país, los daños sobre los silos bolsas se han incrementado de manera significativa en los últimos años (Gabriela Origlia, 2023), significando ello en la mayoría de los casos daños irreparables, generando pérdidas muy significativas sobre todo en pequeños y medianos productores.

Dicho sistema va a posibilitar garantizar el estado de los silos bolsas, evitando pérdidas que pueden significar una año entero de trabajo por parte de nuestros clientes, pero además generar en base a ese monitoreo, nuevas oportunidades de negocio o bien de financiación.

Monitorear los bolsones por medio del desarrollo de un sistemas basado en tecnología IoT, tiene como objetivo principal garantizar el estado de los granos que se encuentran dentro de los mismos en tiempo real, pero este sistema puede llevar implícito un plus para cuestiones de índole comercial para los clientes que opten por el sistema.

Poder saber donde y el estado en que se encuentra un bolsón (silo bolsa) ofrece a nivel comercial la posibilidad de que el mismo pueda ser tomado como garantía para nuevos o futuros negocios.

Es decir, es allí en donde se estaría buscando una nueva manera de efectuar negocios, teniendo como premisa fundamental la seguridad de los bolsones, pero en base a esa acción y a la información que ello genere, planificar un sistema innovador tanto en las formas como en la tecnología utilizada, dando origen a un servicio que no exista en el mercado, generando ventajas competitivas sobre nuestros competidores.

En base a lo expuesto hasta aquí, podemos determinar que los objetivos a alcanzar con la presente intervención profesional estarán apuntados a lo siguiente:

Advertir en tiempo real roturas significativas en silos bolsas monitoreados para evitar pérdidas significativas, Implementando un sistema de alerta avanzada que pueda detectar de inmediato cualquier tipo de daño o rotura significativa en los silos bolsas. Esta tecnología permitirá una rápida respuesta, minimizando las pérdidas de granos y protegiendo la inversión de los productores. El sistema proporcionará notificaciones y alertas en tiempo real a través de dispositivos móviles y plataformas web, garantizando que los productores puedan actuar de forma inmediata para evitar pérdidas de inventario y rentabilidad.

Desarrollar un sistema innovador y de bajo costo, de manera tal que pueda ser adquirido por cualquier productor de nuestro país, diseñando una solución accesible y rentable que integre tecnologías de última generación para monitorear silos bolsas. El sistema deberá ser fácil de instalar y utilizar, con opciones personalizables para adaptarse a las necesidades específicas de cada productor. Se busca crear una herramienta escalable que permita a los productores de diferentes tamaños beneficiarse de la tecnología, mejorando su capacidad de gestión y control sobre sus cultivos almacenados.

Generar herramientas de calidad para dar seguimiento de manera tan simple como eficaz, desarrollando interfaces de usuario intuitivas y sistemas de seguimiento robustos que permitan a los productores acceder a información precisa y detallada sobre el estado de los silos bolsas. Las herramientas incluirán gráficos, informes y análisis que faciliten la toma de decisiones informadas, optimizando la gestión de los recursos y mejorando la eficiencia operativa. Además, estas herramientas deben ser compatibles con dispositivos móviles y computadoras, asegurando un acceso fácil y rápido.

Lograr utilizar los granos embolsados y monitoreados como garantía, de manera tal que se puedan gestar nuevos negocios financieros, utilizando como respaldo los bolsones que se están monitoreando, creando un sistema de monitoreo seguro y confiable que proporcione la información necesaria para utilizar los granos embolsados como garantía en transacciones financieras. Esto permitirá a los productores acceder a nuevas oportunidades de inversión y financiamiento, al tiempo que se garantiza la calidad y cantidad de los granos almacenados a través de informes precisos y verificados.

Potenciar el volumen de comercialización gracias a la captación de nuevos clientes en base a la adquisición de este servicio innovador, estableciendo estrategias de marketing y promoción efectivas para dar a conocer el servicio a una amplia base de clientes potenciales. Al ofrecer un producto de vanguardia que mejore la gestión de los silos bolsas, se espera atraer a nuevos clientes interesados en optimizar sus operaciones agrícolas. Esto contribuirá a aumentar la base de usuarios y, por ende, el volumen de comercialización, impulsando el crecimiento y la sostenibilidad de la empresa.

4. Enfoque Territorial, una mirada sobre la vinculación tecnológica para el desarrollo en nuestro país

De la misma manera que es casi imposible imaginar el concepto de tecnología sin vincularlo al de innovación, pensar en la vinculación tecnológica para el desarrollo nos lleva a un paso casi obligado por el triángulo de Jorge Sábato y Botana (Sábato & Botana, 1968), en donde cada vértice, nos remite a cada uno de los conceptos del tema seleccionado. Por tal motivo le daré enfoque al presente trabajo desde la siguiente perspectiva personal y por medio de la proyección del siguiente paralelismo:

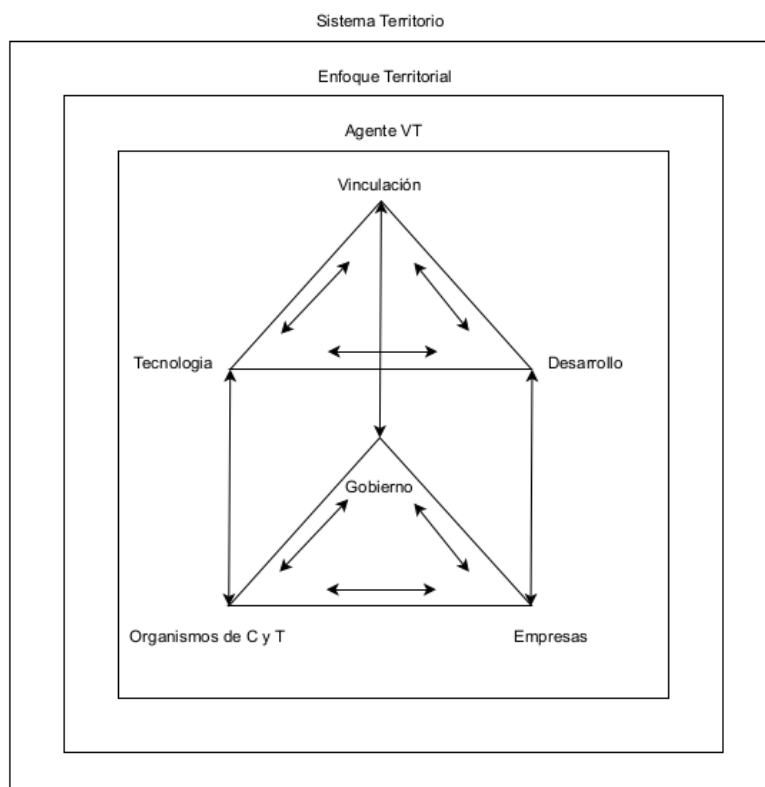


Figura 1 : Enfoque Territorial.

Cuando pensamos en vinculación, automáticamente podemos establecer raíces en estrategias y políticas de gobierno, considerando todas sus aristas, teniendo el mismo la capacidad de gestionar y generar recursos que estén a la altura de lo que la sociedad necesita, apuntando siempre a aquellas variables endógenas que nos permitan determinar de manera racional saber dónde y cómo innovar. Y saber dónde y cómo, implica justamente considerarla, no como un fin en sí misma, sino como un medio generador de una sociedad igualitaria, es decir, debemos evitar caer en un determinismo tecnológico, ya que como sostiene Sheila Jasanoff (2016), para lograr el progreso, las sociedades necesitan una comprensión más dinámica de por qué cambia la tecnología, cómo cambiamos nosotros con ella y cómo podemos gobernar nuestras poderosas y maravillosas máquinas. Y en éste aspecto, la relación gobierno-vinculación cumple un rol primordial, no sólo en la triangulación de las partes, sino también en consolidar aquellos pilares fundamentales, como

la educación, la cual nos alejará de las desigualdades que pueden generar los procesos de innovación, sometiendo a los sectores más vulnerables.

La vinculación tecnológica encontrará lugar claramente en los Organismos de Ciencia y Tecnología, los cuales tienen una dependencia directa con el gobierno, y es él mismo quien deberá poner a disposición los escenarios y los recursos necesarios para que dichos organismos puedan llevar adelante sus funciones vitales en nuestro territorio. Siguiendo la línea de pensamiento de Carlota Pérez (C. Pérez, 2004, p. 112) y, a su vez proyectando mi visión personal, concibo a dichos organismos como el espacio propicio para la convergencia de la tecnología, la economía y el contexto socio-institucional, generando un ámbito esencialmente dinámico y propicio para poder estar a la altura de los cambios estructurales que el medio y el contexto global requiere.

Entiendo a dichas organizaciones como núcleos fundamentales que nos permitirán poder alcanzar en algún momento cambios intersectoriales, obteniendo un nivel de heterogeneidad no sólo entre sectores mismos, sino también entre el interior de ellos. Lógicamente todo el proceso detallado en ésta última instancia se encuentra estrechamente vinculado a las funciones del gobierno, favoreciendo el proceso de desarrollo social, y cuando decimos social estamos haciendo referencia también el último vértice de la pirámide, ocupado por las empresas, siendo las mismas aquellos espacios propicios para el desarrollo en todas sus dimensiones. Es decir, desde mi visión personal, dichas entidades deben valerse de los otros vértices de la pirámide para poder abordar necesidades existentes y en base a ello generar desarrollo social, favoreciendo de ésta manera a la consolidación de la pirámide.

En todo éste entorno complejo de estrechas relaciones económicas, sociales y culturales estará inmerso el difícil desafío de agente de vinculación tecnológica, quien deberá tener la capacidad articular todas las variables para poder lograr el desarrollo esperado, tratando de sortear todas las variables endógenas que representen un obstáculo en el camino

de las organizaciones y teniendo la capacidad de gestionar y potenciar aquellas que sean favorables y aporten a la cadena de valor que se persigue en la organización, como destaca Cozzens (Bud,R. & Cozzens, S.E., 1992), deberán utilizar sus conocimientos, habilidades y conceptos para configurar el mundo.

Para finalizar y a modo de reflexión, quisiera rescatar el posicionamiento de Diego Hurtado (Diego Hurtado, 2024), el cual comparto íntegramente en donde sostiene que el fin último de la tecnología no debe ser simplemente innovar, sino que dicho proceso debe ser un medio apuntado a generar soluciones sociales que favorezcan el proceso de igualdad. generando equidad y desarrollo social, de lo contrario caeremos en el principio de David Harvey (D. Harvey, 2012), el cual sostiene que innovar puede tomar sentidos que vayan a contramano de las metas políticas y terminar convirtiéndose en un “arma de doble filo”.

Indudablemente el resultado de las interacciones y los resultados de las mismas dejarán en evidencia las características propias de nuestro enfoque territorial y en base a ello como se conforma y estructura nuestro sistema territorial.

5. La vinculación tecnológica en los agronegocios para el desarrollo.

El concepto de agronegocio es fundamental para comprender la etapa actual del desarrollo agrario a nivel global. Este concepto se desarrolla en la literatura especializada para dar cuenta de una serie de cambios que sucedieron en la agricultura estadounidense, y que son conceptualizados como parte fundamental de la llamada Revolución Verde, movimiento impulsado entre 1950 y 1970 por Estados Unidos.

La inserción de este modelo en el resto del mundo a partir de la introducción de innovaciones tecnológicas, determinó que comenzarán a desecharse técnicas y variedades tradicionales de cultivo. La aplicación de la tecnología a los procesos agrícolas (en un primer momento orientada a la maquinaria y luego mediante la utilización de productos químicos y

descubrimientos científicos) permitió la modernización de la agricultura de los países más pobres.

Esta modernización, fue posible gracias a la incorporación de grupos económicos concentrados en la producción agropecuaria, lo que permitió la implementación del paquete tecnológico en el agro y el aumento en la rentabilidad de las cosechas, a partir de tiempos de producción más cortos y resultados estandarizados.

La consolidación en Argentina del modelo analizado se produjo durante la década de 1990, gracias a las transformaciones -tanto institucionales como estructurales- implementadas en el sistema agropecuario argentino como consecuencia de la reestructuración estatal implementada por el gobierno de Carlos Saúl Menem.

La liberalización de las reglas del mercado -mediante su desregulación- la reforma del régimen cambiario (que estableció la paridad 1 peso - 1 dólar estadounidense) y el deterioro del aparato productivo, profundizaron la reprimarización de la economía argentina, brindando un escenario favorable a la implementación local del modelo de agronegocios.

En materia agropecuaria, esto se consolidó a partir del Decreto 2284/91, que implicó un giro radical en las políticas públicas en torno al desarrollo agropecuario, dejando librada a las reglas del mercado la regulación de la actividad comercial, financiera, y productiva del sistema agropecuario. Inspirado en las políticas enunciadas en el Consenso de Washington, el gobierno del entonces presidente Carlos Menem, introdujo transformaciones que desarmaron todo el andamiaje institucional que había sostenido el modelo de desarrollo agropecuario desde las décadas del 30' y el 40'. Se desregularon los mercados de bienes y servicios, a la vez que se abolieron la Junta Nacional de Granos, la Junta Nacional de Carnes, la Corporación Argentina de Productores de Carnes, el Mercado Nacional de Hacienda de Liniers, las direcciones, comisiones reguladoras de las producciones regionales y el Instituto Nacional Forestal.

La eliminación de estos organismos públicos reguladores del sector agropecuario, sumada a la derogación de los impuestos que servían para financiar a los organismos disueltos y que habían permitido la convivencia de actores económico y socialmente heterogéneos, desataron una competencia intrasectorial en la que el peso de las reglas del mercado internacional fue determinante, afectando profundamente a la dinámica interna del sector agropecuario.

En 1996, teniendo en cuenta la previa flexibilización de la metodología de solicitud de permisos para experimentación y/o liberación al medio de organismos genéticamente modificados, se firma la resolución 167/96 de la Secretaría de Agricultura de la Nación, la cual autorizó la producción y comercialización de la soja transgénica RR2 (resistente al glifosato) perteneciente a la empresa Monsanto, siendo Argentina el primer país en hacerlo oficialmente, sin ningún estudio científico que permitiera evaluar sus riesgos sobre el ecosistema y la salud de la población, y dejando de lado el “principio precautorio” consagrado en la Declaración de Río.

Esto generó en Argentina, un incremento de más de 90 millones de toneladas de granos (cereales, oleaginosas y proteaginosas), es decir, el doble de lo que se producía en 1995. Se suscita así, una vigorosa entrada del gran capital principalmente extranjero, centrado tanto en el sistema agroalimentario (cadenas de alimentos y fibras) como en la provisión de semillas e insumos, reforzando la dependencia del paquete tecnológico (Barri, F. y Wahren, J. 2010).

6. El campo y la tecnología en Argentina, análisis de contexto

El sector agropecuario es un pilar fundamental de la economía argentina, que históricamente ha sido una fuente significativa de ingresos y empleo para el país. En los

últimos años, la tecnología ha comenzado a desempeñar un papel cada vez más importante en la transformación de la agricultura, potenciando la productividad y la sostenibilidad de las explotaciones. Sin embargo, Argentina enfrenta desafíos sustanciales en la adopción y aplicación de tecnologías avanzadas en el ámbito agropecuario. Este análisis examina el contexto actual del sector agropecuario argentino y las dificultades que enfrenta en términos de conexiones tecnológicas.

El sector agropecuario de Argentina es diverso y abarca una amplia gama de productos agrícolas, desde granos como soja, maíz y trigo, hasta productos de la industria de la carne y la leche. Además, el país es uno de los principales exportadores de estos productos a nivel mundial. Los agricultores y ganaderos argentinos han demostrado su capacidad para adaptarse a los cambios y enfrentar desafíos climáticos y de mercado.

A pesar de la fortaleza de la industria, los productores enfrentan varios desafíos, incluidos los ciclos económicos fluctuantes, la presión de la competencia internacional y los cambios en las políticas agrícolas. A medida que el cambio climático se convierte en una realidad cada vez más presente, la necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes se hace más apremiante.

Ahora bien, cuando analizamos en profundidad cuestiones inherentes a tecnologías de la comunicación sobre dicho ámbito es casi un paso obligado focalizar sobre los siguientes aspectos:

La infraestructura tecnológica es deficiente, en muchas zonas rurales de Argentina, la infraestructura tecnológica, como la conectividad a Internet y la cobertura de telefonía móvil, es insuficiente o inestable. Esto limita la capacidad de los productores para acceder a tecnologías agrícolas avanzadas, sistemas de monitoreo en tiempo real y herramientas de gestión digital.

El acceso y el costo de la tecnologías son muy altos, los importes asociados con la adquisición e implementación de tecnologías agrícolas innovadoras pueden ser prohibitivos para muchos productores, especialmente para aquellos con explotaciones más pequeñas. La falta de acceso a financiamiento y créditos asequibles agrava este problema.

La educación y capacitación se tornan un pilar fundamental, ya que la adopción de nuevas tecnologías requiere que los productores adquieran nuevas habilidades y conocimientos. La falta de programas de capacitación y educación adecuados en las áreas rurales dificulta la integración efectiva de tecnologías avanzadas en el sector.

Por último, la regulación y las políticas de apoyo gubernamentales y la regulación pueden influir significativamente en la adopción de tecnologías agrícolas. Los marcos regulatorios inconsistentes y las barreras burocráticas pueden desalentar la innovación y la inversión en tecnología. A pesar de los desafíos, hay oportunidades para superar las dificultades en las conexiones tecnológicas en el agro argentino:

- Por medio de la inversión en infraestructura, mejorar la infraestructura tecnológica en las áreas rurales, incluyendo la expansión de la cobertura de Internet y telefonía móvil, es fundamental para facilitar el acceso a tecnologías avanzadas.
- A través de incentivos económicos, donde el gobierno y otras instituciones pueden ofrecer incentivos y subsidios para la adquisición e implementación de tecnologías agrícolas, especialmente para pequeños y medianos productores.
- En base a programas de capacitación, invertir en programas de capacitación y educación técnica para agricultores y trabajadores rurales ayudará a cerrar la brecha de habilidades y fomentar la adopción de tecnología, y además esto generará igualdad de oportunidades a la comunidad rural en sus diferentes estratos.

- Por último políticas de apoyo, generando un marco regulatorio claro y estable que fomente la inversión en innovación y tecnología agrícola puede facilitar la modernización del sector.

A modo de conclusión podemos decir que el sector agropecuario argentino tiene un gran potencial para beneficiarse de la adopción de tecnologías avanzadas que pueden mejorar la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad de las explotaciones. Sin embargo, las dificultades en las conexiones tecnológicas, como la infraestructura deficiente, el acceso y costo de la tecnología, y la falta de educación y capacitación, representan obstáculos significativos.

Para abordar estos desafíos, se requiere un esfuerzo conjunto entre el gobierno, el sector privado y las instituciones educativas para invertir en infraestructura, brindar incentivos económicos, y promover la capacitación y educación técnica. Al hacerlo, Argentina puede continuar siendo un líder en el sector agropecuario a nivel mundial, aprovechando al máximo las oportunidades que ofrecen las tecnologías agrícolas avanzadas.

7. Los silos bolsas, una innovación revolucionaria y estratégica para el campo

La implementación de silos bolsas en el sector agropecuario argentino ha sido una innovación clave que ha revolucionado la forma en que los agricultores manejan y almacenan sus cosechas. Este método de almacenamiento, que utiliza bolsas plásticas grandes para guardar granos y otros productos agrícolas, ha traído consigo múltiples beneficios, pero también ha presentado algunos desafíos para el sector. Si se analiza el impacto que tuvo la implementación de silos bolsas en el sector agropecuario argentino desde varias perspectivas, la primera de ellas es la flexibilidad y capacidad de almacenamiento, los silos bolsas han ofrecido a los productores una forma flexible y económica de almacenar grandes cantidades

de granos. A diferencia de los silos tradicionales, los silos bolsas pueden ubicarse directamente en los campos o en lugares cercanos, lo que facilita el acceso y reduce los costos de transporte. Además, cada bolsa puede almacenar alrededor de 200 toneladas de granos, brindando una capacidad significativa de almacenamiento.

Posibilitaron también el control sobre la comercialización, ya que al tener la capacidad de almacenar granos a bajo costo, los productores pueden esperar para vender su cosecha cuando los precios de mercado sean más favorables. Esto les otorga mayor control sobre el momento de la comercialización y la posibilidad de maximizar sus ingresos.

Los bolsones posibilitan también la reducción de pérdidas postcosecha, ya que permiten un almacenamiento seguro y hermético, lo que protege los granos de la humedad, plagas y otros factores que pueden afectar su calidad. Esto se traduce en una reducción significativa de las pérdidas postcosecha y en la preservación de la calidad de los productos agrícolas.

Los mismos también generan un aumento de la productividad gracias a la posibilidad de almacenar granos de forma eficiente y segura permite a los agricultores centrar sus esfuerzos en otras actividades agrícolas, como la siembra de nuevos cultivos o el mantenimiento de suelos. Esto contribuye a un aumento general de la productividad en el sector.

Otro aspecto positivo a considerar es la menor dependencia de la infraestructura tradicional ya que han reducido la dependencia de la infraestructura de almacenamiento tradicional, como silos de metal o de hormigón, que a menudo son costosos de construir y mantener. Los silos bolsas ofrecen una alternativa más económica y accesible.

Resulta también importante destacar el proceso de adaptación tecnológica, ya que la adopción de los silos bolsas refleja la capacidad de los agricultores argentinos para adaptarse a nuevas tecnologías y tendencias en la agricultura. Esto ha impulsado una mentalidad de

mejora continua en el sector, promoviendo la búsqueda de soluciones innovadoras para optimizar los procesos agrícolas.

No se puede omitir que dicha herramienta presenta desafíos y limitaciones, ya que el manejo de residuos plásticos generados por las bolsas es un problema ambiental y logístico.

Además, los silos bolsas pueden ser susceptibles a daños por animales, vandalismo o condiciones climáticas extremas, lo que puede afectar la calidad de los granos almacenados. Es decir, el uso extensivo de bolsas de plástico plantea preocupaciones ambientales en torno a la gestión de residuos y la contaminación del suelo. Sin embargo, se han realizado esfuerzos para promover prácticas de reciclaje y gestión adecuada de los desechos plásticos generados por los silos bolsas.

Por último y de gran importancia es prioritario destacar el impacto generado en la cadena de valor agrícola debido a que ha afectado positivamente a otros eslabones de la cadena de valor agrícola. Los comerciantes y procesadores de granos tienen acceso a granos de alta calidad durante todo el año, lo que mejora la eficiencia de la cadena de suministro y reduce las fluctuaciones en los precios.

A modo de resumen podemos sostener que la implementación de silos bolsas en el sector agropecuario argentino ha tenido un impacto transformador, brindando a los agricultores mayor control sobre el almacenamiento y la comercialización de sus cosechas. A pesar de los desafíos asociados con el manejo de residuos plásticos y los riesgos de daño a los silos bolsas, los beneficios de esta tecnología han superado en general los inconvenientes.

Los silos bolsas han contribuido al aumento de la productividad y a la mejora de la calidad de los productos agrícolas, lo que ha fortalecido la posición del sector agropecuario argentino en el mercado global. A medida que el sector continúa evolucionando, es probable que se desarrollen nuevas soluciones para abordar los desafíos y maximizar los beneficios de esta tecnología innovadora.

8. El Vandalismo sobre los silobolsas en el sector agropecuario Argentino, implicancias sociales y económicas

8.1 Contexto del Vandalismo en Zonas Rurales

El vandalismo sobre silobolsas en las zonas rurales de Argentina se ha convertido en un problema creciente que ha captado la atención tanto de productores agrícolas como de las autoridades y el público en general. Los silobolsas, utilizados para el almacenamiento temporal de granos, han sido objeto de ataques vandálicos que generan serias pérdidas económicas y generan un clima de inseguridad en el ámbito rural. Este análisis explorará en profundidad la problemática, sus causas, las implicancias sociales y económicas, y posibles soluciones para mitigar este fenómeno.

Como se mencionó anteriormente los silobolsas son grandes bolsas de plástico que permiten almacenar cosechas directamente en el campo, una solución que ha sido ampliamente adoptada en Argentina desde principios de los años 2000. Este sistema ha revolucionado la manera en que los productores manejan sus granos, ofreciendo flexibilidad y una alternativa económica a los silos tradicionales. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado un incremento en los casos de vandalismo, donde personas desconocidas cortan los silobolsas, exponiendo el grano al deterioro y provocando pérdidas significativas.

El vandalismo sobre silobolsas no es un fenómeno aislado, sino que está enmarcado dentro de un contexto de creciente tensión en las zonas rurales de Argentina, donde la polarización política, las disputas por la tierra y el descontento social juegan un rol importante. Los ataques suelen ocurrir durante la noche y en áreas remotas, lo que dificulta la identificación y aprehensión de los responsables.

8.2 Causas del Vandalismo en Silobolsas

El vandalismo sobre silobolsas tiene múltiples causas, que varían desde motivaciones políticas hasta cuestiones más relacionadas con la delincuencia común, entre ellos vale la pena destacar los más significativos:

- **Tensión Política y Social:** en muchos casos, el vandalismo sobre silobolsas es interpretado como un acto de protesta en el marco de la tensión entre el sector agropecuario y el gobierno. La Argentina ha vivido en los últimos años episodios de alta polarización política, donde las decisiones gubernamentales en torno a las retenciones a las exportaciones y la presión fiscal sobre el campo han generado un ambiente de descontento. En este contexto, los silobolsas pueden ser vistos como símbolos del poder y la riqueza del sector agropecuario, lo que los convierte en blancos de ataques como forma de expresar dicho descontento.
- **Delincuencia Común y Robo:** otra motivación para estos actos es el robo. Aunque no tan frecuente como el vandalismo puro, existen casos en los que los delincuentes atacan silobolsas con el objetivo de sustraer los granos y venderlos en el mercado negro. Estos actos delictivos son más organizados y pueden estar relacionados con bandas que operan en áreas rurales, aprovechando la falta de vigilancia y la extensión de las propiedades agrícolas.
- **Vandalismo por Resentimiento o Diversión:** existen también casos donde el vandalismo parece no tener una motivación clara más allá de causar daño. Este tipo de actos puede estar impulsado por resentimiento local hacia grandes productores agrícolas o simplemente por la intención de causar daño por diversión, aprovechando la impunidad que ofrece la vastedad del territorio rural.

8.3 Implicancias Económicas

Las implicancias económicas del vandalismo sobre silobolsas son profundas y afectan tanto a los productores individuales como a la economía en su conjunto. A continuación destaco las más notorias o significativas:

- Pérdidas directas: las pérdidas económicas directas para los productores son significativas. Un silo bolsa puede contener hasta 200 toneladas de grano, y una vez cortado, el grano expuesto se deteriora rápidamente debido a la humedad, el sol, y otros factores ambientales. Esto puede resultar en la pérdida total del producto almacenado, generando costos adicionales para los productores, quienes deben reemplazar el grano y, en muchos casos, invertir en nuevos sistemas de almacenamiento o reforzar la seguridad en sus campos.
- Impacto en la Competitividad: el vandalismo sobre silobolsas también afecta la competitividad de los productores argentinos en el mercado internacional. Las pérdidas de grano y la incertidumbre sobre la seguridad en el almacenamiento pueden reducir la capacidad de los productores para cumplir con los contratos de exportación y aprovechar los precios favorables en los mercados globales. Esto debilita la posición de Argentina como uno de los principales exportadores de granos a nivel mundial.
- Efectos en la Cadena de Suministro: la destrucción de silobolsas no solo afecta a los productores individuales, sino que también tiene implicancias para toda la cadena de suministro agrícola. Las pérdidas de grano pueden provocar escasez en el mercado interno, incrementando los precios y afectando a los consumidores locales. Además, la reducción en la disponibilidad de granos para exportación puede tener un impacto negativo en la balanza comercial del país, disminuyendo los ingresos por exportaciones y afectando la estabilidad económica.

8.4 Implicancias Sociales

Las implicancias sociales del vandalismo en las zonas rurales son igualmente significativas, generando un clima de inseguridad y desconfianza en las comunidades afectadas.

En lo que respecta a la inseguridad en las zonas rurales, el vandalismo sobre silobolsas contribuye a un aumento de la sensación de inseguridad en las zonas rurales. Los productores agrícolas, que a menudo operan en áreas remotas y de difícil acceso, se sienten vulnerables ante la posibilidad de ataques que no solo afectan su producción, sino también su bienestar personal y el de sus familias. La falta de una respuesta efectiva por parte de las autoridades aumenta esta sensación de vulnerabilidad y puede llevar a que los productores inviertan en medidas de seguridad adicionales, lo que a su vez incrementa los costos de producción.

Otro aspecto muy relevante en las implicancias es la desconfianza que se genera sobre las autoridades, debido a que la recurrente ocurrencia de estos actos vandálicos y la percepción de impunidad generan desconfianza hacia las autoridades. Los productores pueden sentirse abandonados o desatendidos, lo que exacerba el sentimiento de alienación y puede llevar a una menor cooperación con el gobierno y las fuerzas de seguridad. Esta desconfianza también puede alimentar la polarización social y política en las comunidades rurales.

Por último vale la pena también poner el foco en la fragmentación social, ya que el vandalismo sobre silobolsas puede contribuir a la fragmentación social en las zonas rurales, exacerbando tensiones entre diferentes grupos dentro de la comunidad. Los pequeños productores pueden sentir que los grandes agricultores son los principales objetivos y, a su vez, culparlos por atraer atención negativa. Esto puede debilitar la cohesión social y dificultar

la cooperación comunitaria en otras áreas, como la gestión de recursos compartidos o la respuesta a otros problemas locales.

8.5 Estrategias de Mitigación y Soluciones

Para abordar la problemática del vandalismo sobre silobolsas, se requiere de un enfoque integral que incluye tanto medidas de seguridad como iniciativas sociales y políticas. A continuación se abordan aquellos aspectos que resultan claves para transitar un camino que nos permita arribar a posibles soluciones:

- **Fortalecimiento de la Seguridad Rural**

Una de las estrategias más directas es el fortalecimiento de la seguridad en las zonas rurales. Esto podría incluir un aumento en la presencia policial, la implementación de sistemas de vigilancia electrónica, como cámaras y drones, y la promoción de la vigilancia comunitaria.

Además, es crucial mejorar la coordinación entre las autoridades locales, provinciales y nacionales para asegurar una respuesta rápida y efectiva ante los incidentes.

- **Legislación y Sanciones**

El endurecimiento de las sanciones para quienes cometan actos de vandalismo en zonas rurales podría actuar como un disuasivo. Se podría trabajar en la creación de leyes específicas que tipifiquen este tipo de delitos y establezcan penas más severas, además de facilitar la persecución judicial de los responsables.

- **Innovación Tecnológica**

El desarrollo de tecnologías que dificulten el vandalismo sobre silobolsas es otra vía para mitigar el problema. Esto podría incluir el diseño de silobolsas más resistentes o la incorporación de sistemas de alarma que alerten a los propietarios ante cualquier intento de

manipulación. También se podrían desarrollar aplicaciones que permitan a los productores monitorear sus campos en tiempo real.

- Educación y Concientización

Las campañas de educación y concientización dirigidas tanto a las comunidades rurales como al público en general pueden ayudar a reducir el vandalismo motivado por la ignorancia o el resentimiento. Estas campañas podrían enfocarse en los beneficios del sector agropecuario para la economía local y nacional, y en la importancia de preservar la seguridad y la paz en las zonas rurales.

- Fomento del Diálogo y la Cohesión Social

Promover el diálogo entre los distintos actores involucrados, incluyendo productores, comunidades locales y autoridades, es esencial para abordar las causas subyacentes del vandalismo. Iniciativas que busquen mejorar la cohesión social, como programas de desarrollo comunitario que incluyan a los pequeños productores y habitantes rurales en los beneficios del crecimiento agrícola, pueden contribuir a reducir las tensiones y prevenir actos de vandalismo.

A modo de conclusión podemos decir que el vandalismo sobre silobolsas en las zonas rurales de Argentina es un problema complejo con profundas implicancias económicas y sociales. Este fenómeno no solo afecta a los productores individuales, sino que tiene un impacto más amplio en la economía nacional y en la cohesión social en las áreas rurales. Para abordar este problema, es necesario un enfoque integral que combine medidas de seguridad, reformas legislativas, innovación tecnológica y esfuerzos para mejorar el diálogo y la cohesión social en las comunidades afectadas. Solo a través de una respuesta coordinada y multifacética se podrá mitigar este problema y proteger el sector agrícola, que es uno de los pilares fundamentales de la economía argentina.

9. Sistema de Monitoreo Satelital para silos bolsas basado en tecnología IoT, una solución con un enorme potencial para un gran problema existente

En base a la problemática existente y entendiendo el impacto que la misma tiene sobre las zonas rurales como se ha evidenciado hasta aquí, la creación de un sistema de monitoreo en tiempo real posibilita asegurar el estado de los bolsones en todo momento, permitiendo seguir de cerca el ciclo de vida del mismo.

Para meternos de lleno en el sistema de monitoreo, iniciaremos desde lo más general para poder llegar hasta lo más particular en donde daré detalles técnicos en profundidad, logrando exponer el nivel de eficiencia del mismo, pero fundamentalmente la estabilidad y confiabilidad del servicio, un pilar más que fundamental a la hora de hablar de un sistema de vigilancia que tiene como pilar fundamental la seguridad y la prueba de vida de los bolsones sobre lo cuales se encuentra implementado el mismo.

El sistema desarrollado cuenta con tres grandes aristas tecnológicas funcionales, que son el núcleo para el servicio brindado, es decir que la arquitectura del mismo está dada por tres actores principales, en primer lugar se encuentra lo que daremos a llamar Nodo, es éste caso estamos haciendo referencia a un concentrador de comunicaciones alojado en un gabinete estanco, el cuál se implementará en altura, es decir en una noria, antena estructural o bien sobre silos de chapa, teniendo como función principal de actuar como un gestor de comunicaciones. Si bien más adelante abordaremos en un detalle sobre le mismo, y se expondrá un desglose de sus componentes, resulta importante distinguir que el mismo es el encargado de administrar las comunicaciones entre los diferentes actores tecnológicos que el sistema posee, es decir que el nodo se va a encargar de generar y propagar una red LoraWan (Long Range Wide Area Network), entendiendo a la misma como una tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance y bajo consumo energético diseñada específicamente para aplicaciones del Internet de las Cosas (Augustin et al., 2016), que

posibilite que los sensores, situados en los silos bolsas, puedan conectarse a dicha red e informar en tiempo real que es lo que está sucediendo en el bolsón (silo bolsa). A su vez, la información que el nodo reciba por parte de los sensores integrados en la red que él mismo genera, por medio de un servicio de comunicación satelital que él también será el encargado de gestionar, transmitirá la información a las diferentes herramientas digitales desarrolladas para interpretar los datos recibidos por el mismo e interpretar por ejemplo, cuál es el estado de los sensores en cuestión, o bien determinar el estado de situación o eventos transmitidos en dichos paquetes de datos.

Es decir que el nodo es uno de los actores principales para el servicio brindado, ya que se encarga de ser un nexo fundamental entre los sensores que están custodiando los silos bolsas y las herramientas digitales encargadas de informar lo acontecido de ser necesario, es decir recibirán los datos para interpretarlos, procesarlos y generar informes de estados o bien eventos disparadores de alertas, en caso que se haya generado algo que el sistema interprete que pueda atentar contra la integridad de las bolsas monitoreadas.

El segundo pilar del sistema como mencionamos anteriormente son los sensores, cuya función será la de informar en todo momento, qué es lo que está sucediendo sobre el silo bolsa, por lo tanto en caso que se genere una rotura sobre el mismo y se atente contra su integridad, se generarán eventos de aviso por medio de la red de comunicación de manera instantánea, a través de las herramientas webs y móviles desarrolladas a medida para la generación de notificaciones del sistema, logrando interpretar dichos paquetes de datos y generar los avisos pertinentes que alerten sobre el incidente suscitado. Es decir que los sensores serán los que van a velar por la información que se genere sobre la vida del silo bolsa, más adelante se otorgarán detalles específicos de su arquitectura y sus protocolos de comunicación, vale destacar que los mismos además de informar sobre roturas de las bolsas, están también diseñados para otorgar datos sobre el estado de las semillas que contiene la

bolsa, representando un plus para el servicio brindado, si bien la naturaleza del sistema reside en pilares que abordan funciones de seguridad, puede otorgar un gran plus adicional generando métricas sobre la vida y la evolución de los granos en el interior de la bolsa, para toma de decisiones del ámbito comercial.

El tercer y último pilar son las herramientas digitales, donde se cuenta con el desarrollo de soluciones webs y móviles, según las operatorias que se deseen realizar. Como se mencionó oportunamente su razón de ser reside en procesar todos los datos recibidos, analizar los mismos y generar eventos disparadores para la toma de decisiones en base a la naturaleza de lo recibido. Al igual que con los otros pilares, esto es simplemente una definición general sobre las mismas, al igual que los dos pilares anteriores se otorgarán detalles minuciosos sobre su alcance y potencial más adelante, pero en la secuencia actual es importante destacar que estas herramientas poseen una pluralidad de funciones vitales a la hora de implementar el servicio, pero también para dar seguimiento y métricas de relevancia sobre los componentes del sistema de monitoreo, permitiendo saber en todo momentos sobre los estados de conexión de nodos y sensores, niveles de baterías de los sensores, estado del suministro eléctrico de nodos, fallas de diversa naturaleza de ambas entidades, calidad de las comunicaciones tanto del nodo como de los sensores, hasta inclusive poder solicitar por medio de unas de las aplicaciones móviles la contratación del servicio, es decir que posee el potencial de facilitar la captación de nuevos clientes y solicitar el servicio por medio de ellas.

Por tal motivo decimos que hay un ecosistema tecnológico, el cuál está diseñado y desarrollado no sólo para poder llevar adelante la solicitud e implementación del servicio, sino que también tiene la capacidad de procesar y analizar los datos recibidos, otorgando información pertinente para la toma de decisiones en el momento adecuado, y cuando hablamos de toma de decisiones hacemos referencia a un conjunto de protocolos que un equipo de personas encargadas del monitoreo, pondrá en ejecución para velar por el estado de

la bolsa. Por otra parte y como se mencionó anteriormente, dichas herramientas están preparadas y pensadas para realizar monitores preventivos sobre la vida de los componente que integran a cada uno de los actores principales del sistema, posibilitando en base a ello, generar la logística necesaria para el mantenimiento preventivo de los mismos, de manera tal que se asegure la integridad y la calidad del servicio brindado para los clientes de la organización que adquieran el mismo, asegurando que cada insumo o componente estén a la altura de lo requerido para obtener la performance deseada.

10. Los diferentes componentes tecnológicos del sistema

Como se mencionó en el punto anterior a continuación, se avanzará con un mayor nivel de profundidad a cada uno de los actores principales del servicio de monitoreo, profundizando sobre todos los componentes que integran a los mismos, recorriendo protocolos de comunicación, metodologías de implementación, y además de señalar cuáles son sus funcionalidades, cuales son sus potencialidades, ya que si bien el proyecto nace y se desarrolla con una finalidad principal, que es la de otorgar seguridad debido a una necesidad imperante para nuestra realidad actual, se lo construyó con una trazabilidad y escalabilidad que está mucho mas allá de ello, es decir que está pensado para ser escalado en caso de requerir nuevos servicio que pueden ir mucho más allá de la seguridad, otorgando valor comercial para la organización para la cuál se ideó y por ende para los clientes que contraten el servicio. En primera instancia se recorrerá su arquitectura actual y cómo se ajusta a la necesidades contractuales, para luego proceder a realizar un análisis sobre los alcances y ventajas que el mismo puede aportar al negocio, en este caso de una corredora de cereales que trabaja principalmente con productores y acopios, si se logra dimensionar no sólo su valor actual sino también el gran potencial que este proyecto tecnológico disruptivo puede otorgar si se decide escalar al mismo, de cara al futuro en base a su versatilidad para mutar a nuevas tecnologías, considerando los cambios de contexto que se pueden presentar en nuestro país.

10.1 El Nodo, un nexo fundamental para la gestión de las comunicaciones del sistema

Como se mencionó anteriormente a modo de concepto general, el nodo constituye el punto central de conexión entre los sensores de las bolsas y la comunicación satelital, desde donde se toma la información para derivar al ecosistema de herramientas digitales, pero en este apartado nos meteremos en el interior de dicho actor y de los componentes que lo conforman, pero además se dará evidencia de los esquemas de conexiones y recomendaciones a tener en cuenta al momento de posicionarlo sobre estructuras en altura para propagar la red para los sensores.

Para poder comprender mejor la estructura tecnológica del nodo, es recomendable dividirlos en las siguientes tres capas:

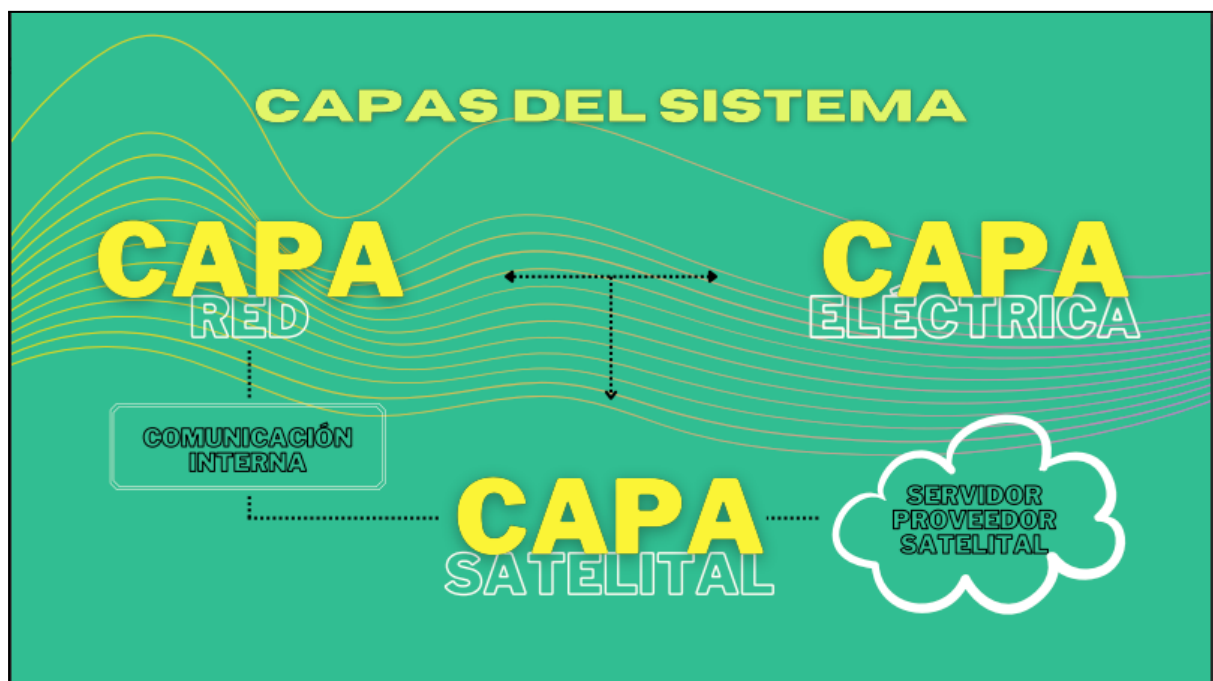


Figura 2: Las capas del sistema

La primera capa es la eléctrica, se comienza por ella ya que está asociada al proceso de instalación del nodo, y lógicamente ninguna de las otras capas podrían operar sin la

existencia del suministro de energía, es decir que tal vez puede ser considerada la más sencilla dentro de su estructura, y primera en la secuencia por una cuestión lógica de requerimientos, pero no por ello de menor importancia, ya que sin ella los componentes de concentrador no podrían operar.

Esta capa se encuentra constituida por una llave termomagnética, una fuente 220V A.C./13,8V DC - 2,8A, una batería 12V 3Ah, protector supresor de transitorios, a continuación se detalla una imagen de los componente con su esquema de conexión dentro del nodo:

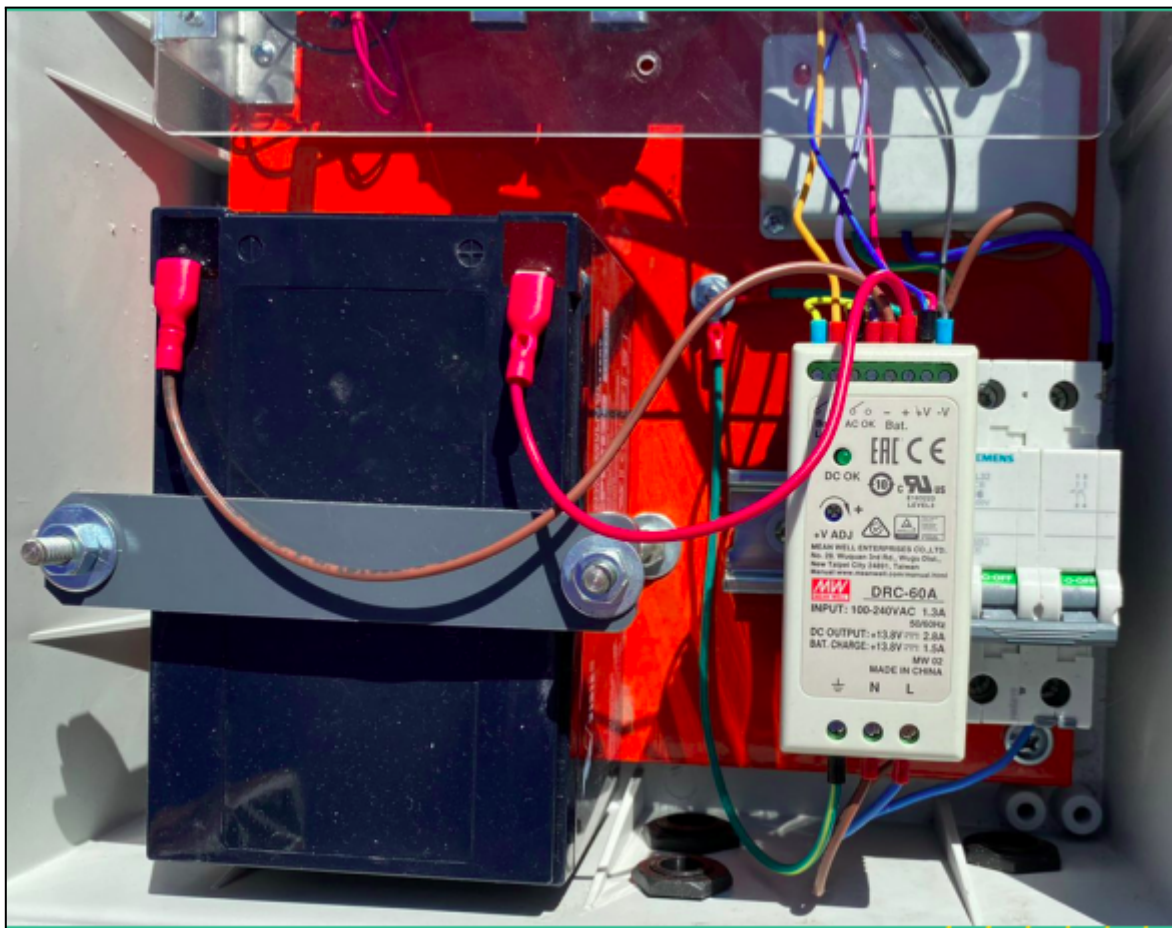


Figura 3: Componentes de la capa eléctrica

Este conjunto de componentes estarán encargados de recibir por medio un tendido eléctrico, la energía provista por un tablero al pie o en cercanía de la estructura en donde se instale el concentrador de comunicaciones. Vale destacar que además de regular los voltajes para los diferentes componentes internos del nodos, protegerán a los mismos contra anomalías de tensión que se puedan generar en el suministro, y en caso que se corte el mismo, el nodo podrá seguir operando aproximadamente por unas 16 horas de manera autónoma gracias a la batería expuesta en la imagen.

La segunda capa es la de red, la misma está compuesta por un Gateway LoRa y por una antena LoRa omnidireccional 915 MHz, cuando hablamos de red LoRa Wan se hace referencia a un sistema de comunicaciones de área amplia de baja potencia (LPWAN, Low Power Wide Area Network) que utiliza modulación de espectro expandido para permitir transmisiones a larga distancia (hasta 10-15 km en zonas rurales) con muy bajo consumo de batería como se mencionó anteriormente, es decir que gracias a la misma los sensores dispuestos en los silos bolsas, podrán utilizar la misma como un medio para poder enviar datos al nodo sobre sus estatus o bien sobre otro tipo de evento que se pueda haber generado. Ahora bien el Gateway Lora, es un es un dispositivo que intermedia como un puente entre los nodos finales (sensores IoT) y el servidor de red en una arquitectura LoRa WAN.

Este gateway recibe las señales de radiofrecuencia enviadas por múltiples dispositivos LoRa en su área de cobertura y las envía, generalmente a través de Internet o una red local, al servidor de red para su procesamiento (Aishwarya & Sujatha, 2017), este componente como mencionamos será quien gestione las comunicaciones y lo que recepcione de los sensores se lo transmitirá a la tercer capa que es la de comunicación satelital, básicamente a una placa micro pc, pero el medio para propagar dicha red lora será la antena omnidireccional, quien en base a sus características detalladas y al nivel de altura en el que se logre instalar (a mayor

altura mayor amplitud de alcance) determinará el alcance o espectro de propagación de la red. A continuación se otorga imagen de dichos componentes:



Figura 4: Componentes de la capa de red

Como tercera y última capa, encontramos la satelital, la cuál se encuentra conformada por una antena IDP para conexiones satelitales y una placa Micro PC con modulador satelital, estos componentes serán los encargados de administrar las comunicaciones satelitales, este es un proceso fundamental para que todos los paquetes de datos que se reciben de los sensores de la capa de red, sean enviados por satélite al ecosistema de herramientas digitales que se encargan del procesamiento y análisis de los datos. A continuación se expone imágenes de los componentes de la capa satelital:

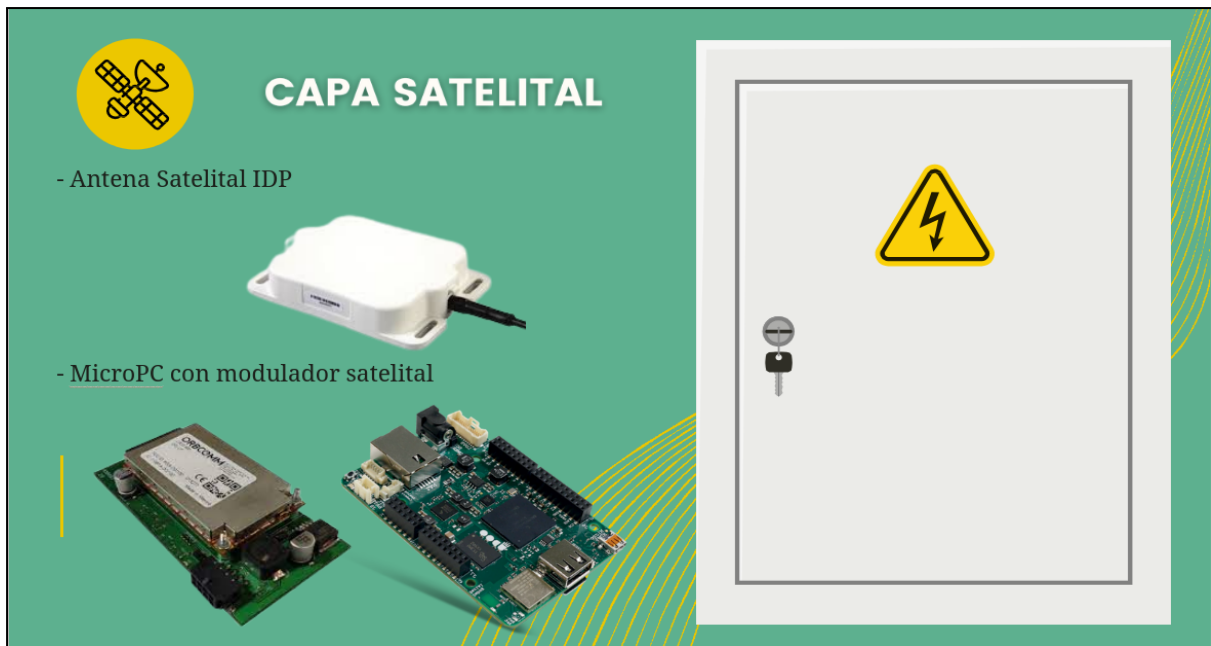


Figura 5: Componentes de la capa satelital

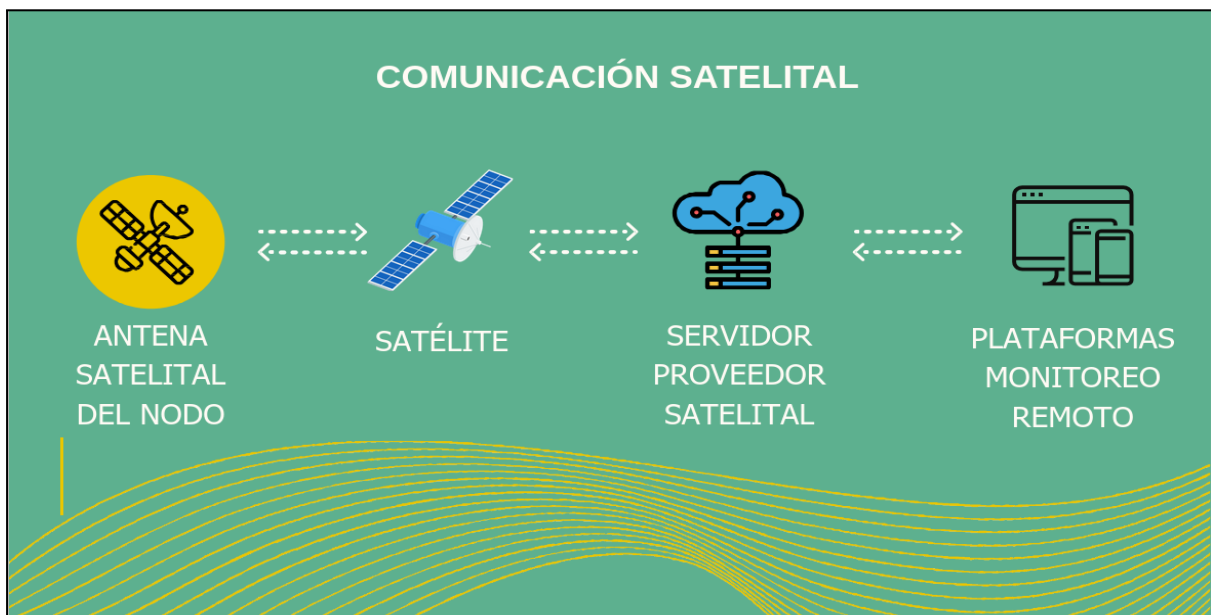


Figura 6: Esquema de Comunicación Satelital

En conclusión sobre el funcionamiento del nodo, estas tres capa internas serán las encargadas recibir la información del exterior y cada una va a interactuar para hacer posible la gestión de los datos entre los componentes, y por medio de una conexión satelital enviar a

destino la información correspondiente, a continuación se detalla un esquema general de comunicación interna e imágenes que ilustran los componentes del interior del nodo, otorgando una visión ilustrativa en su conjunto:

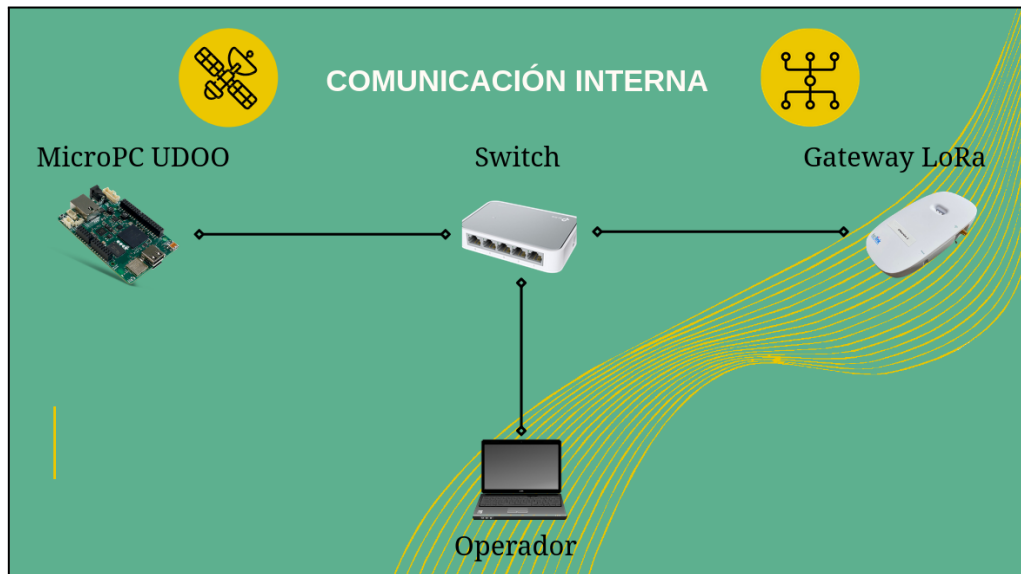


Figura 7: Esquema de comunicación Interna

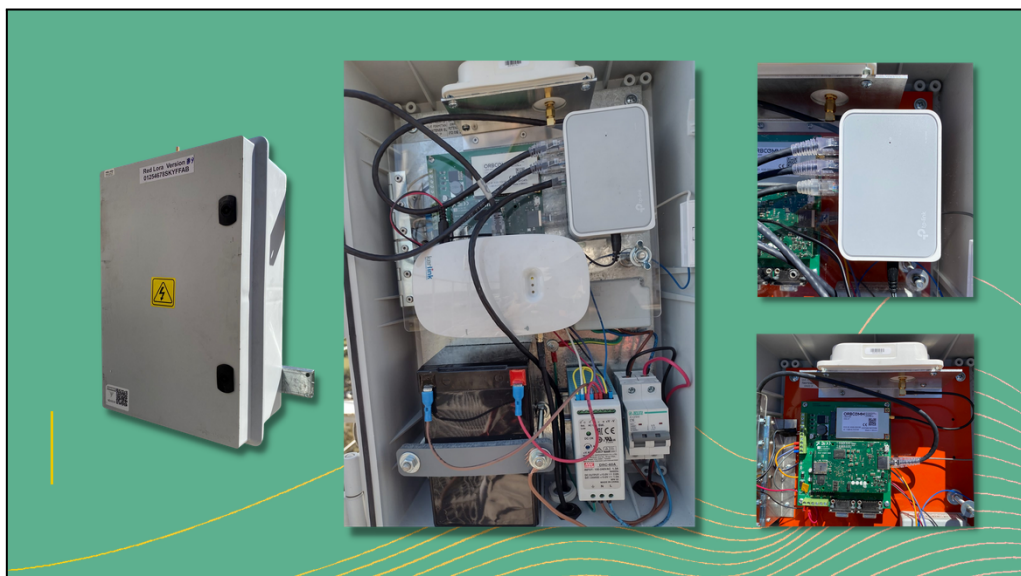


Figura 8: El nodo y sus componentes

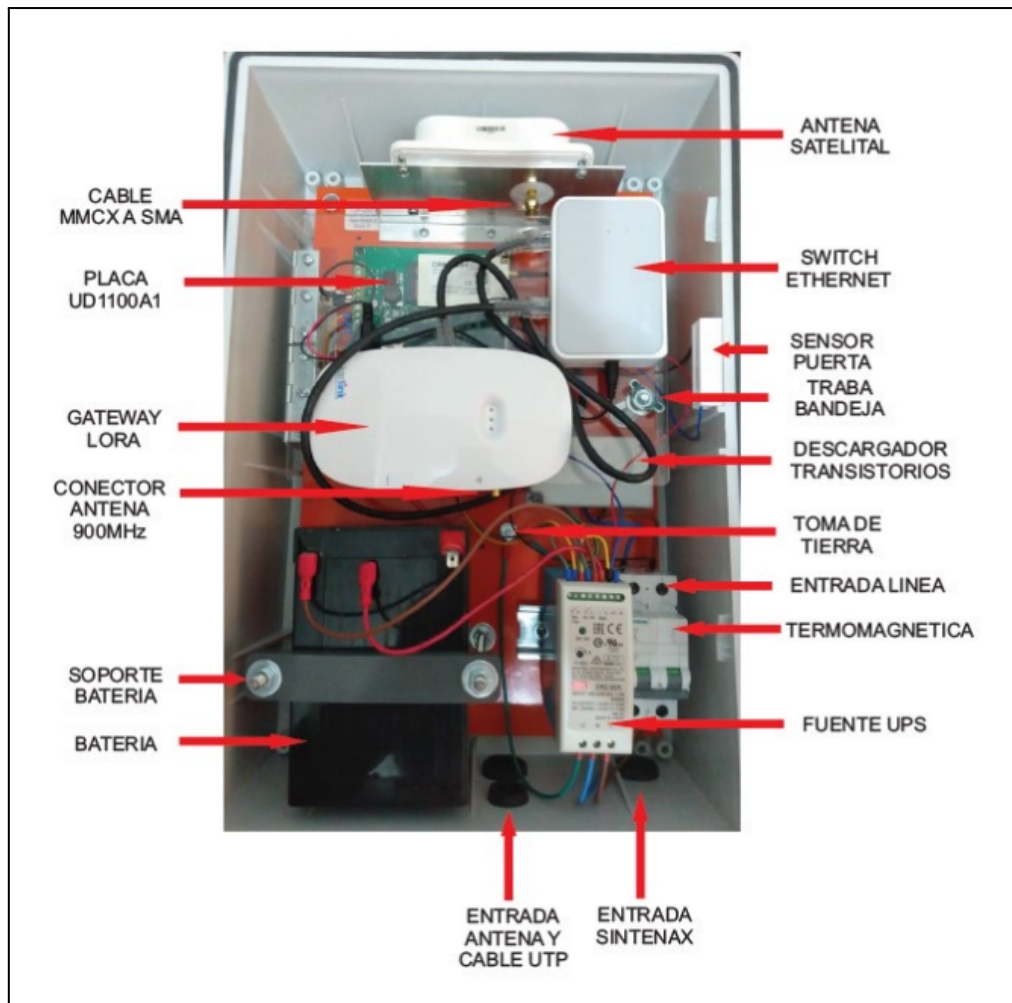


Figura 9: Vista ampliada del nodo con detalles de componentes

10.1.1 El nodo en detalle y un conjunto de especificaciones y consideraciones para la instalación y puesta en marcha del mismo.

A continuación abordaremos al nodo pero desde su proceso de instalación y todas las consideraciones a tener en cuenta para su puesta en marcha, contemplando que hay muchos factores de contexto que pueden influir favorable o desfavorablemente sobre su funcionamiento, con esto se hace referencia a que si la instalación se realiza en la orientación correcta y además se logra una altura de 15 metros en adelante por ejemplo, esto favorecerá el radio de cobertura de la red lora, si la topografía es favorable se podrá alcanzar un rango de

cobertura que va a oscilar entre los 10 y 15 kilómetros a la redonda. Haremos un repaso sobre las piezas en particular que lo componen y sobre el conjunto de insumos necesarios para lograr amurar el gabinete estanco que contiene todos los elementos tecnológicos del mismo, en una estructura existente como puede ser una noria, antena estructural o bien un silo de chapa que posea las características necesarias para que el mismo pueda operar.

10.1.2 Elementos necesarios para la instalación.

Para la instalación en sitio del nodo, se requieren los siguientes elementos:

- Antena 915MHz
- Cable RG58 N a SMA
- Cable tipo Sintenax de 3x1.5mm²
- Cable de red exterior
- 2 terminales RJ45
- 2 grampas tipo omega para fijar gabinete a caño redondo
- Grampa para fijación de antena 915MHz (Provisto con el equipo)
- Mástil de 2 metros para montaje de antena 915MHz
- Termomagnética Bipolar de 10 Amp

Consideraciones Generales

El nodo posee características LoRa / Satelital por tal motivo para su correcto funcionamiento requiere de los siguientes requerimientos:

- Antena Satelital

La antena se encuentra montada en el interior del gabinete estanco, en la parte superior y conectada internamente mediante un cable SMA – MMCX a la placa Micro pc. Esta conexión ya viene lista de fábrica, y se debe evitar desconectarla. Es conveniente

verificar que la misma se encuentre ajustada en ambos conectores, se debe evitar la presencia de cualquier objeto metálico sobre la superficie de la caja estanca que recubre la antena.

La vista al cielo de esta antena es fundamental para el correcto funcionamiento. Para las instalaciones realizadas en nuestro territorio, se debe tener en cuenta que el satélite Inmarsat se encuentra sobre el noroeste de nuestro país, por ese motivo, se debe ubicar el equipo de manera que la vista al noreste esté despejada.



Figura 10: Antena satelital IDP

A continuación se detalla un esquema a tener en consideración, sobre la orientación correcta al momento de ubicar el nodo sobre la estructura en donde se instalará:

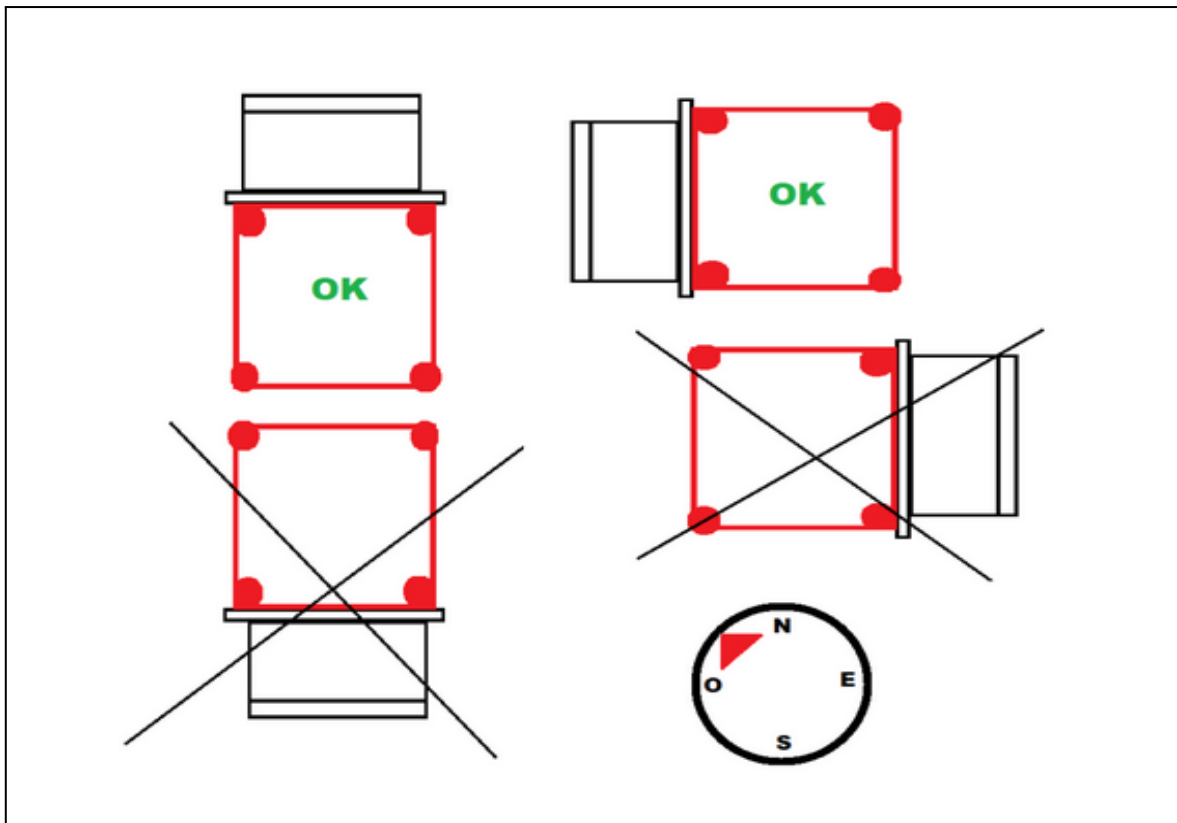


Figura 11: Orientación en instalación

Es de gran importancia también tener en cuenta en su instalación la presencia de planos reflectivos, los cuales pueden estar generados por ejemplo por los tinglados o bien por el mismo techo de los silos de chapa que puedan estar en zonas aledañas a la instalación, por tal motivo se debe considerar la orientación pero también al altura en la que se va a colocar el mismo, se detalla a continuación una ilustración sobre un esquema de posicionamiento erróneo y otro sobre una correcta colocación del mismo:

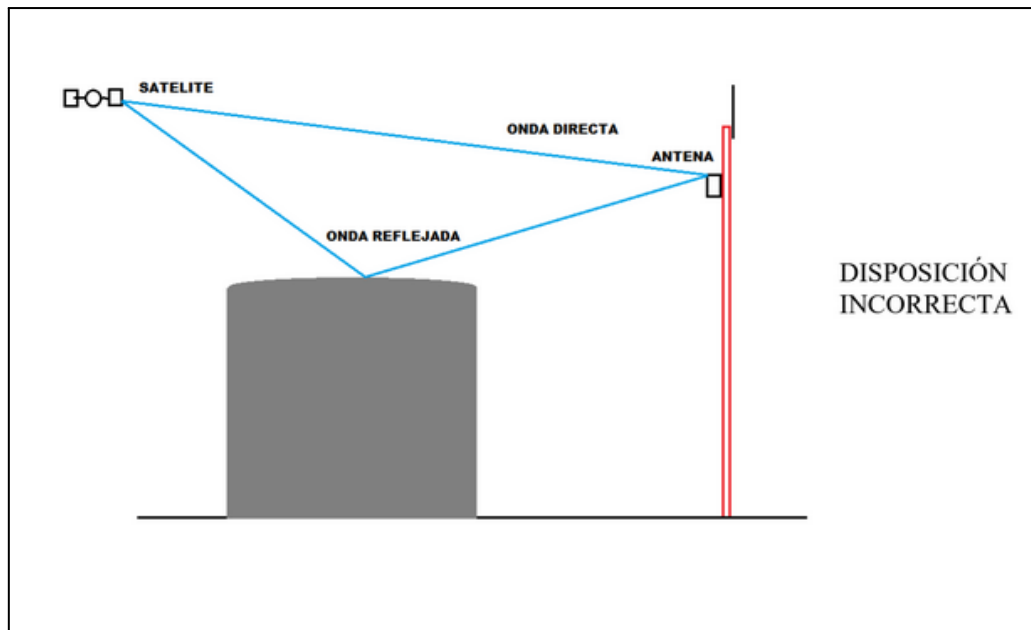


Figura 12: Disposición incorrecta de instalación

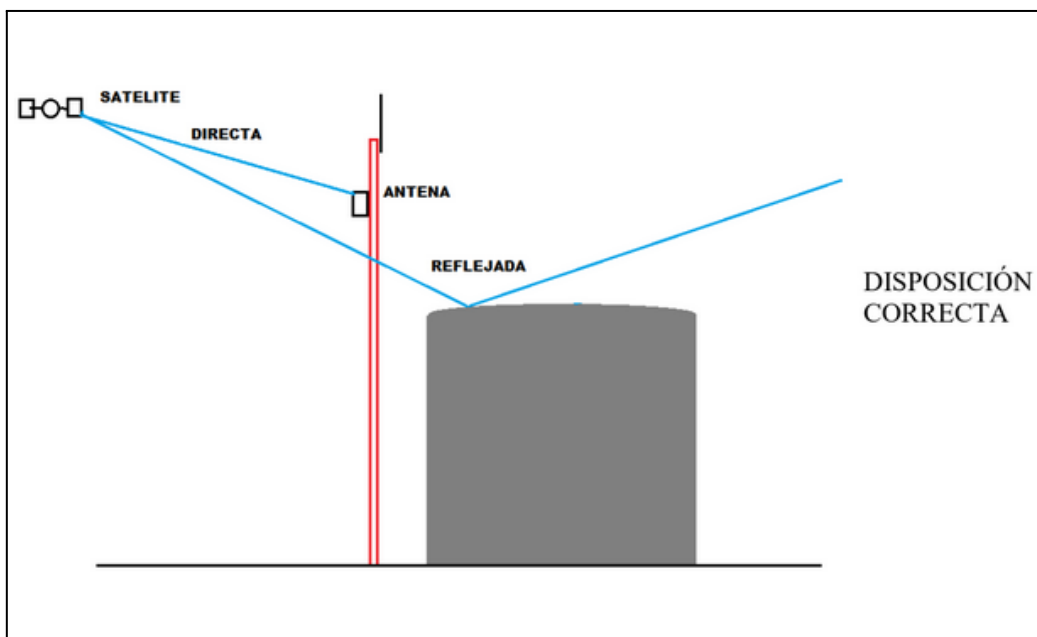


Figura 13: Disposición correcta de instalación

- Antena 915MHz

Como se mencionó oportunamente la antena exterior es un componente fundamental para propagar la red lora a la cuál se conectarán los sensores dispuestos en los silos bolsas, la misma estará conectada al gateway lora alojado en el interior del nodo.

La antena 915MHz es del tipo omnidireccional y funciona en la banda de frecuencias de 915MHz. La parte inferior de la antena posee un conector tipo N donde se conecta el cable RG58N-SMA provisto junto con el equipo, La antena además cuenta con una grampa de fijación que permite fijarla a un mástil de 2”.



Figura 14: Antena omnidireccional

El conector SMA tiene el tamaño adecuado para pasar por un prensacable de 1/2” sin necesidad de desarmarlo. Debido a que los cables se encuentran probados de fábrica, no se debe en ningún caso desarmar los conectores, cortar o empalmar el cable de interconexión.

El extremo SMA del cable ingresa al Gateway en el conector frontal como se mencionó al inicio.



Figura 15: Conector de antena omnidireccional al gateway lora.

- Cable de red Ethernet

A fin de poder dar acceso de servicio y mantenimiento al nodo desde un punto accesible a un operador, se debe conectar un cable de red tipo UTP apto intemperie con un extremo en el switch interno del nodo y otro extremo en una zona accesible a un operador de campo, sin necesidad de escaleras o herramientas especiales.

El cable Ethernet se armará en campo, para permitir el paso del cable UTP por un prensacable de 1/2" y ajustar el largo del mismo de acuerdo a la instalación. Para el montaje de los conectores se utilizará en ambos extremos la configuración EIA 568B como se muestra a continuación:

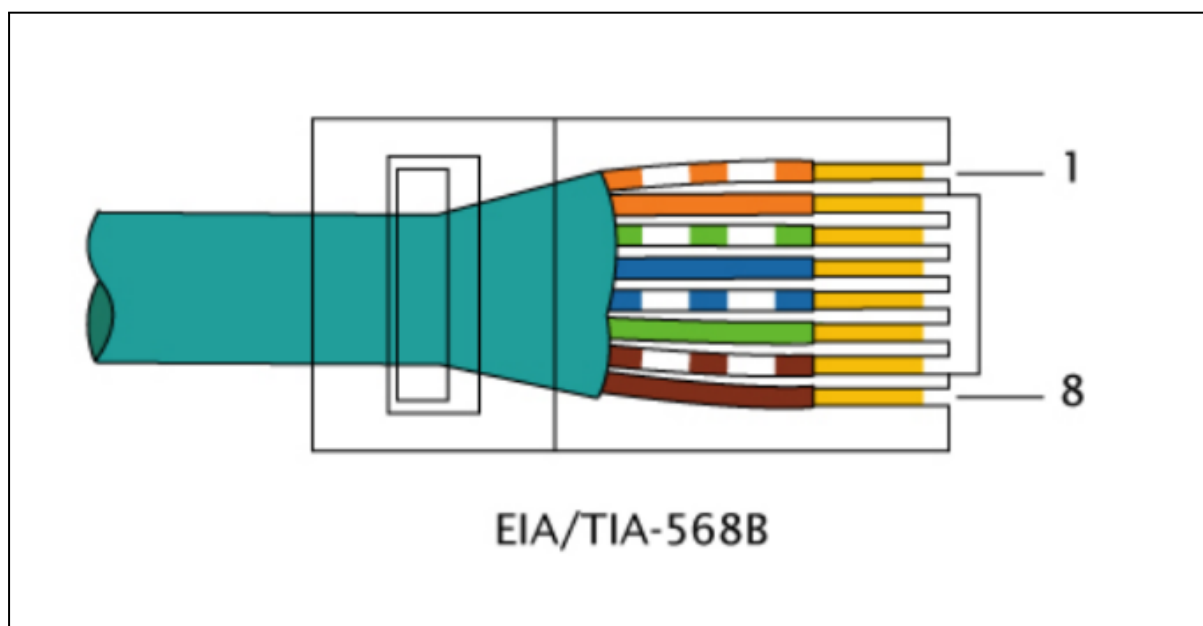


Figura 16: Cable y ficha UTP para conexión a componentes del nodo

El extremo libre del cable debe dejarse a cubierto de lluvia y/o polvo, pudiendo disponer de una caja estanca de 10x10x5cm con un prensacable de 1/2" en el caso que no exista un lugar protegido en el sitio.

- Alimentación Eléctrica

El nodo requiere de alimentación de 220V C.A. para su funcionamiento, resulta importante destacar que el consumo del equipo es menor a 30W por lo cual los requerimientos del cable de alimentación están definidos básicamente por su robustez mecánica y aislación eléctrica debido a que el mismo es montado sobre estructuras metálicas a la intemperie y debe ser del tipo SINTENAX.

El cable ingresa al gabinete estanco del nodo por un prensacable de 2/4" y se debe conectar de la siguiente manera:

- Cable MARRÓN: borne superior derecho Termomagnética Bipolar.
- Cable CELESTE: borne superior izquierdo Termomagnética Bipolar.

- Cable VERDEAMARILLO: tornillo de masa en la chapa naranja del gabinete.

El otro extremo del cable debe ser alimentado con 220V C.A. existente en el lugar de instalación.

En todos los casos esta conexión debe hacerse a la salida de una termomagnética de un tablero existente de no más de 16 Amp para proteger la instalación en caso de cortocircuito en el cable. De no existir esta opción se deberá montar una termomagnética en el punto de toma de alimentación para alimentar el equipo. Es de gran importancia señalar que en la entrada de alimentación de la llave termomagnética bipolar, se encuentran los cables del descargador de sobretensiones. Los cables celestes de la línea y el del descargador, deben conectarse juntos dentro del borne de la llave termomagnética y lo mismo se debe hacer con los marrones.

Con respecto a la puesta a tierra, dentro del equipo se encuentra un borne de puesta a tierra eléctricamente unido a la base metálica del equipo y otros elementos internos. Es fundamental que el cable de tierra del SINTENAX sea conectado a este borne dentro del equipo y en el otro extremo a una puesta a tierra de la instalación eléctrica.

10.1.3 Elección del lugar de montaje

Para definir el lugar de instalación se deben tener en cuenta varias premisas:

- 1) La antena de 915MHz debe ir montada como mínimo a 15 metros de altura y no debe poseer otros elementos de más altura que ella en un rango de 100 metros a la redonda, (a excepción de la misma torre en cuyo caso se debe separar 1 metro de la misma con una ménsula de fijación).

Ejemplo de montaje en Silo:

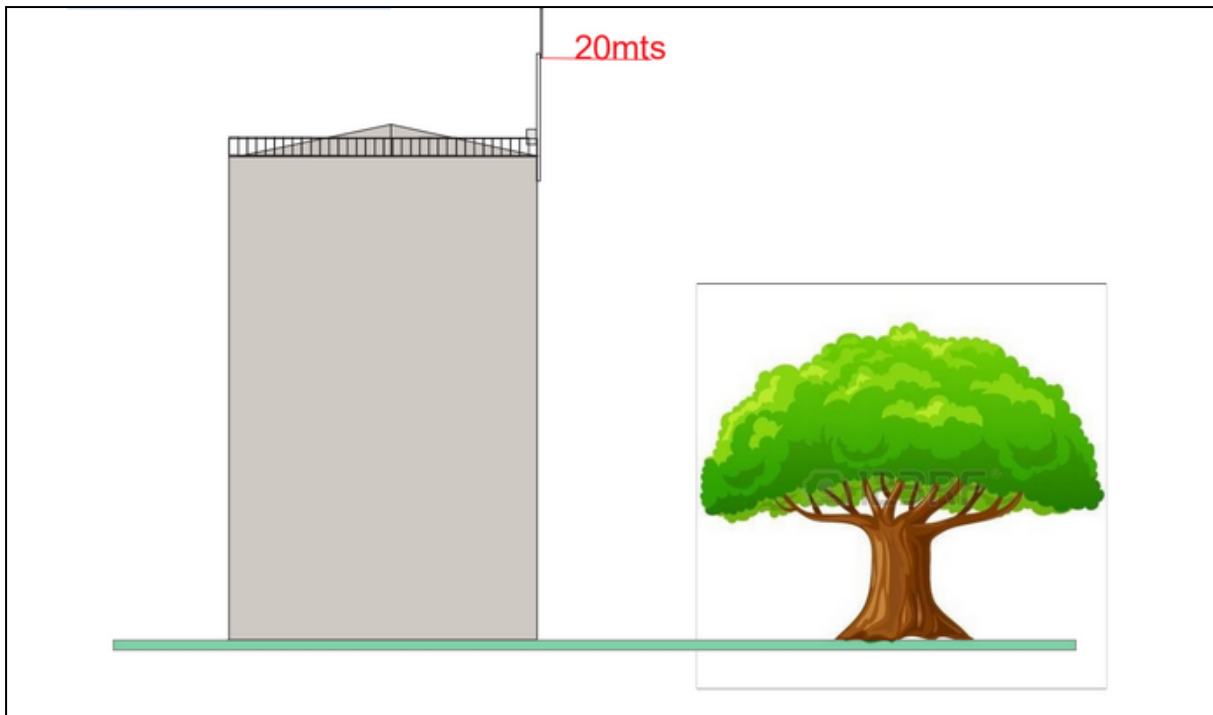


Figura 17: Ejemplo de escenario de montaje en silo de chapa

Consideraciones:

- a) El lugar elegido para el montaje no debe obstruir acceso a equipos que componen la infraestructura del silo o la noria.
- b) El sitio seleccionado debe estar resguardado del tránsito de las personas que puedan pasar en forma habitual en el mantenimiento del silo y puedan golpear pares del equipo o la antena con otros elementos.

Ejemplo de montaje en torre existente:

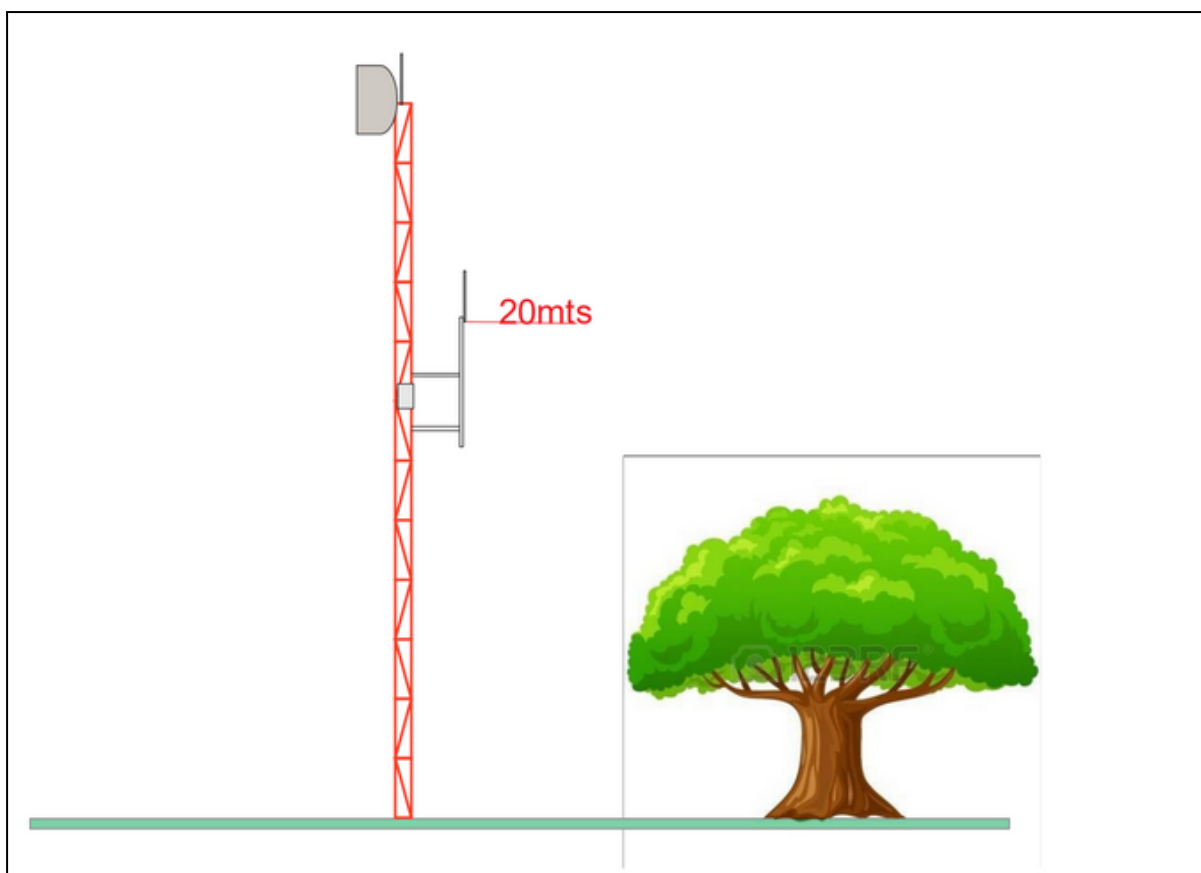


Figura 18: Montaje sobre torre estructural para antenas

Consideraciones:

- a) Las ménsulas se deben alejar del mástil de sujeción de la antena 1 metro de la torre principal.
- b) La fijación de todas las partes debe ser firme y segura a fin de evitar posibles accidentes por desprendimiento ante vientos o tormentas.

10.1.4 Fijación del gabinete estanco

Para montar el gabinete estanco, se deben utilizar los soportes metálicos ubicados en la parte trasera del mismo a fin de montar las grampas omega que permitan fijarlo a la estructura. No se debe desmontar la base interior del equipo ni se deben realizar perforaciones a la caja estanca.

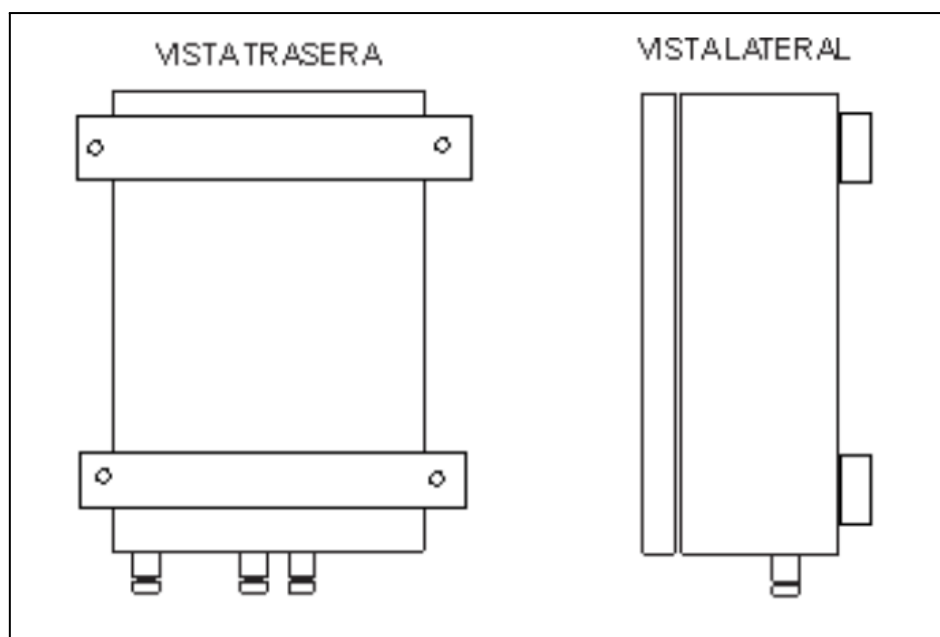


Figura 19: Vista del gabinete estanco que aloja los componentes del nodo

Es muy importante que todos los cables queden debidamente precintados a la estructura a fin de evitar oscilaciones excesivas, enganches accidentales, etc.

10.1.5 Esquema de instalación del nodo

El esquema general de conexión es el siguiente:

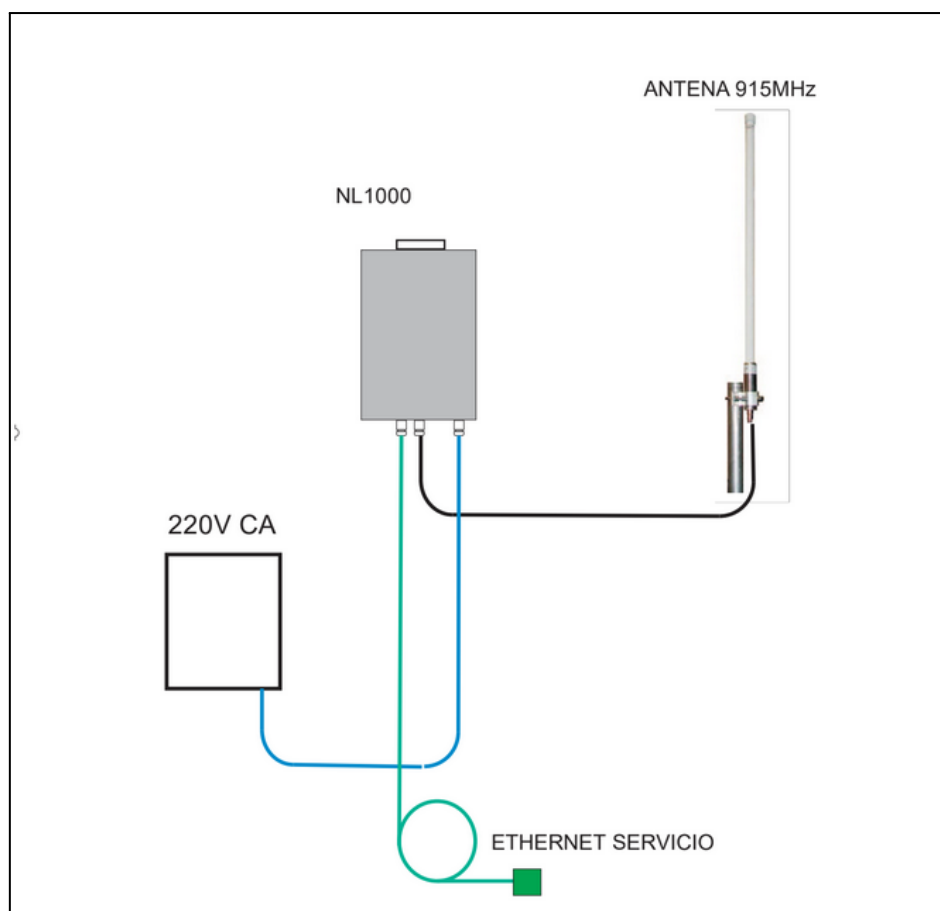


Figura 20: Esquema de conexión general del nodo



Figura 21: Nodo instalado en columna estructural a 30 metros de altura



Figura 22: Instalación de nodo vista terrestre



Figura 23: Instalación en noria vista aérea

10.1.6 Consideraciones de seguridad para el personal de instalación

Por tratarse de un trabajo de altura, se debe prestar especial importancia a los siguientes aspectos:

- 1) El personal de instalación debe tener entrenamiento en trabajo en altura y conocer el uso de todos los elementos de protección personal.
- 2) Todos los operarios deben estar dotados de todos EPP que requiere esta tarea.
- 3) Se recomienda ponerse en contacto con el responsable de seguridad del predio para coordinar las tareas de instalación.
- 4) Las condiciones atmosféricas para la instalación deben ser óptimas, en ningún caso se podrá instalar ante la posibilidad de tormenta eléctrica, vientos fuertes, o lluvia.
- 5) Todo el montaje se realizará sin tensión, dejando para el final la conexión a la alimentación en el punto de toma.
- 6) Todo el personal de instalación debe tener los seguros de ART al día para realizar esta tarea.

10.1.7 Ficha técnica de preinstalación

Antes de llevar a cabo todos los pasos detallados hasta aquí, es importante señalar que previamente al proceso de instalación el equipo operativo a cargo de implementar el servicio, se encargará de derivar al cliente una ficha técnica de pre instalación del nodo, y en base a ella realizarán un análisis de contexto sobre la potencial instalación, en donde por medio de la misma se van a determinar datos que tendrán impacto sobre los tiempos de implementación, los insumos que se van a requerir, existencia de tableros eléctricos para suministro de energía al nodo, contactos de encargados operativos y eléctricos de la planta, etc.

HOJA DE INSTALACIÓN DE NODOS			
Cliente			
Localidad y Provincia			
Fecha de Instalación Programada			
Contacto Técnico (con Teléfono)			
Electricista del lugar (con Teléfono)			
Contacto Comercial (con Teléfono)			
INSTALACIÓN EN NORIA		Respuesta	Observaciones
Altura (en metros)			
Zona (Urbana – Campo)			
Tablero eléctrico (SI – NO)			
<i>La idea es conocer si hay un lugar definido dónde poder conectarnos a la red eléctrica</i>			
- Se puede instalar térmica sobre Riel Lin (SI – NO)			
<i>Si tienen tablero, saber está disponible o podemos instalar nuestra térmica en ese tablero sobre un riel lin</i>			
- Tenemos acceso el día de la instalación (SI – NO)			
<i>Es de libre acceso? O tenemos que contar con el electricista de la planta?</i>			
Internet wifi disponible (SI – NO)			
Fotos de la Noria Aprobadas (SI – NO)			
- Validado por:			
Coordenadas (google maps)			
INSTALACIÓN EN ANTENA		Respuesta	Observaciones
Altura (en metros)			
<i>La altura de colocación debería de 18 metros para arriba, lo que implica una antena de alrededor de 22metros.</i>			
Zona (Urbana – Campo)			
Tablero eléctrico (SI – NO)			
<i>La idea es conocer si hay un lugar definido dónde poder conectarnos a la red eléctrica</i>			
- Se puede instalar térmica sobre Riel Lin (SI – NO)			
<i>Si tienen tablero, saber está disponible o podemos instalar nuestra térmica en ese tablero sobre un riel lin</i>			
- Tenemos acceso el día de la instalación (SI – NO)			
<i>Es de libre acceso? O tenemos que contar con el electricista de la planta?</i>			
Internet wifi disponible (SI – NO)			
Compañía?		Nombre y Clave	
Titularidad de la antena (Propia – De Terceros)			
- Tenemos el permiso para instalar (SI – NO)			
<i>Contacto de la persona que nos dará acceso a la antena.</i>			
Fotos de la antena Aprobadas (SI – NO)			
- Validado por:			
Coordenadas (google maps)			
Responsable Instalación Grassi			
Operador Comercial Grassi			
Instalación Concretada (SI - NO)		Fecha	
Observaciones:			

Tabla 1: Ficha técnica de preinstalación

10.1.8 El protocolo LoRa y la arquitectura de comunicación utilizada por el nodo

Como sabemos los protocolos de comunicación son un conjunto formal de reglas, procedimientos y convenciones que permiten que dos o más sistemas, dispositivos o entidades puedan establecer, gestionar y finalizar la transmisión de datos de forma coherente y ordenada. Lógicamente el nodo, que es básicamente un concentrador y gestor de las comunicaciones entre las diferentes capas que lo componen, hace uso de un conjunto de protocolos que son vitales para poder lograr la conexión entre los diferentes actores del servicio, posibilitando de ésta manera que los datos logren llegar a destino en tiempo y forma. A continuación se detalla uno de los protocolos más importantes utilizados, ofreciendo algunas características y objetivos generales propios del mismo.

10.8.1.1 Protocolo Lora

El protocolo LoRa (Long Range) es un protocolo de modulación de radiofrecuencia propietario basado en la técnica de espectro ensanchado por chirp (Chirp Spread Spectrum), diseñado para permitir la transmisión de datos a largas distancias con bajo consumo de energía. Según Augustin (2016), LoRa permite la comunicación robusta y eficiente entre dispositivos IoT en ambientes urbanos o rurales, siendo especialmente adecuado para redes de área amplia de baja potencia (LPWAN). En nuestro caso el mismo se utiliza para la comunicación entre los sensores LORA (endPoints) y el nodo LORA.

La comunicación LORA se realiza mediante un módulo de comunicaciones Microchip RN2903 en el caso de los sensores lora y un chipset EESAMR34. Permitiendo transferir los datos con confirmación mediante el comando mac tx cnf que espera la confirmación del nodo para dar por OK la comunicación. La información es enviada en binario y tiene un payload fijo de 6 bytes.

NOMBRE	TIPO	LONGITUD
ID Sensor	Byte	1
Evento	Byte	1
VBat	Int	2
Temp	Int	2

Tabla 2: Identificación del sensor y los datos enviados por el mismo

La información de los sensores transmitidas por la red lora, será recepcionada por el gateway y retransmitida por medio de comunicación satelital a las plataformas digitales del sistema, a continuación se muestra imagen de como se aloja la información recibida por el gateway lora:

Received data														DOWNLOAD
Id	Endpoint ID	Received time	Sequence number	Port	Radio ID	Channel	SNR	RSSI	Frequency	Modulation	Data Rate	Coding rate	Payload	HEX
13107	4A30B0020BCB2	11/02/2017 02:52:08 PM	92	1	0	2	12 dB	-26 dBm	915.800 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00870DF00	
13106	4A30B0020BCB2	11/02/2017 02:51:30 PM	91	1	0	5	12 dB	-26 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00870DF00	
13105	4A30B0020BCB2	11/02/2017 02:50:49 PM	90	1	0	5	-13.8 dB	-116 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00990DFA00	
13104	4A30B0020BCB2	11/02/2017 02:50:44 PM	90	1	0	5	-14.2 dB	-118 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00990DFA00	
13103	4A30B0020BCB2	11/02/2017 02:50:40 PM	90	1	0	2	11.8 dB	-26 dBm	915.800 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00990DFA00	
13102	4A30B0020BCB2	11/02/2017 01:53:51 PM	89	1	0	5	11 dB	-26 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00890D0401	
13101	4A30B0020BCB2	11/02/2017 01:53:47 PM	89	1	0	5	11.2 dB	-26 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00890D0401	
13100	4A30B0020BCB2	11/02/2017 01:53:18 PM	88	1	0	5	-13.2 dB	-116 dBm	915.400 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00850D0401	
13099	4A30B0020BCB2	11/02/2017 01:53:14 PM	88	1	0	4	7.8 dB	-27 dBm	915.200 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00850D0401	
13098	4A30B0020BCB2	11/02/2017 01:53:10 PM	88	1	0	4	8 dB	-26 dBm	915.200 MHz	LoRa	SF10BW125	4/5	00850D0401	

Tabla 3: Vista del log del gateway

En la misma se puede apreciar el orden de llegada de los paquetes de datos por sensor, el RRSI (Received Signal Strength Indicator) que es un parámetro que mide la potencia recibida de una señal de radiofrecuencia en un receptor, expresada comúnmente en decibelios-milivatio (dBm). Este indicador se utiliza para estimar la calidad de la señal en sistemas de comunicación inalámbrica, como LoRa, Wi-Fi o Bluetooth. Según Sornin (2015), el RSSI es fundamental para evaluar la conectividad y realizar ajustes dinámicos en la

configuración de la red, aunque por sí solo no garantiza la calidad de la comunicación, ya que no considera el ruido presente en el canal. Y el SNR (Signal-to-Noise Ratio), o relación señal/ruido, es una medida que compara la potencia de una señal útil con la potencia del ruido de fondo presente en el canal de comunicación. Se expresa en decibelios (dB) y es un parámetro clave para evaluar la calidad y confiabilidad de una transmisión inalámbrica. De acuerdo también con Sornin (2015), en tecnologías como LoRaWAN, un SNR más alto indica una señal más clara, lo que mejora la capacidad del receptor para decodificar los datos correctamente, incluso en entornos con interferencias o baja potencia de señal.

10.1.8.2 Arquitectura de comunicación satelital

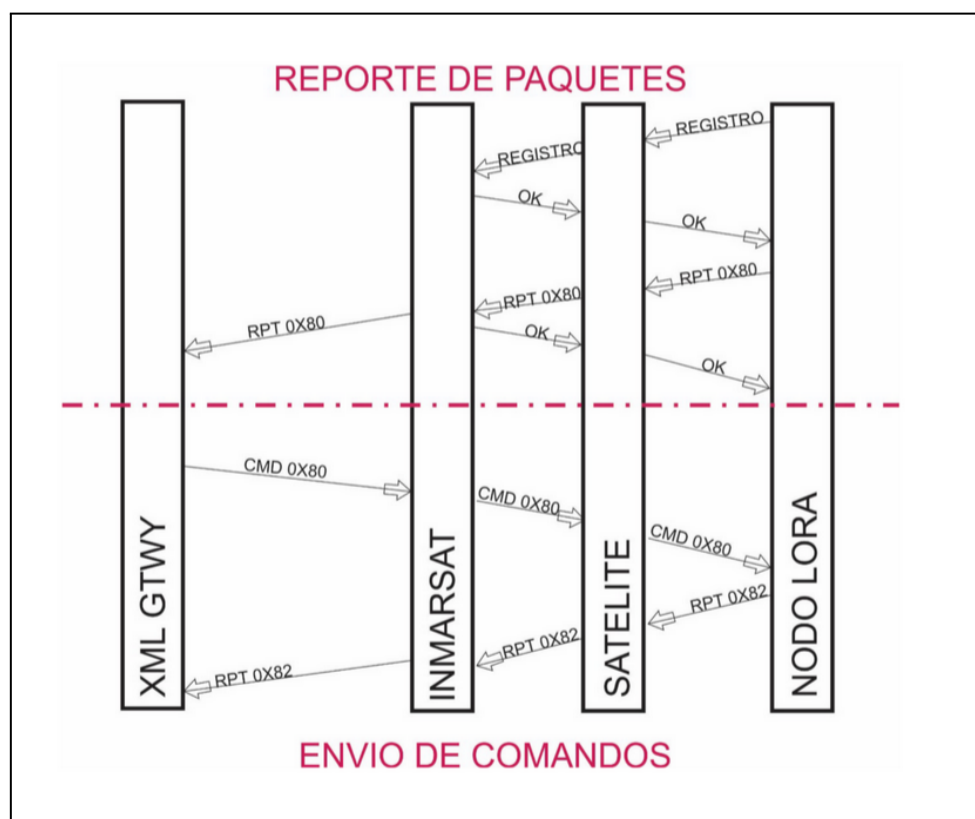


Figura 24: Secuencia de envío de comandos por satélite

A continuación se detalla cómo se conforma el paquete de reporte por satélite (0x80):

Este paquete se utiliza para el reporte de eventos de cada sensor dado de alta en el Gateway LoRa.

NOMBRE	TIPO	LONGITUD
Header (0x80)	byte	1
ID	Byte[]	8
Sensor	byte	1
Secuencia	byte	1
Evento	byte	1
VBatS	int	2
TempS	int	2
VBatG	int	2
RSSI	byte	1
SNR	byte	1

Tabla 4: Paquete de datos de reporte satelital

Está información enviada en el paquete será recepcionada un por una plataforma web que tendrá la capacidad de interpretar específicamente cuál nodo se la está enviando, vale destacar que cada nodo por medio de un ID único e irrepetible se lo distingue unívocamente, y se determinará si éste paquete está haciendo referencia a información propia del nodo o bien de trata de información de algún sensor que se encuentra registrado en el gateway, a continuación se detalla una tabla con todos los tipos de mensajes que puede generar el nodo con respecto al estatus propio:

NUMERO	DESCRIPCIÓN	VBatS	TempS
0	Reporte periódico normal	0	0
31	Apertura de puerta	0	0
30	Cierre de puerta	0	0
11	Falta de alimentación externa	0	0
10	Restablecimiento de alimentación externa	0	0
21	Batería baja	0	0
20	Batería restablecida	0	0
40	Falla de comunicación con Kerlink	0	0
50	Mensaje de estadística conexión	Sloss	Prtx
100	No se recibieron reportes por LORA en el nodo	0	0

Tabla 5: Tipos de mensajes con información del nodo

Por último y de gran importancia, el sistema generará un ACK, es decir que habrá acuse de recibo del mismo, aspecto más que prioritario considerando que la naturaleza del sistema apunta a cuestiones de seguridad sobre lo monitoreado, es decir que por medio de un comando el Backend tiene la posibilidad de verificar que un paquete haya sido recibido por el nodo LORA y se haya procesado con éxito o bien con error.

NOMBRE	TIPO	LONGITUD
Header (0x82)	byte	1
Secuencia	byte	1
Comando	byte	1
Resultado	byte	1
Argumento N	byte	1
Argumento	Byte[]	N

Tabla 6: Comando 0X82 para ACK

10.1.8.3 Lenguaje XML

XML (eXtensible Markup Language) es un lenguaje de marcado estructurado que permite definir, almacenar e intercambiar datos de forma legible tanto para humanos como para máquinas. Fue diseñado para transportar información de manera flexible e independiente de la plataforma o aplicación. A diferencia de HTML, XML no tiene etiquetas predefinidas; los usuarios pueden crear sus propias estructuras de datos según sus necesidades (Harold & Means, 2004).

El XML fue definido por el servicio de comunicación satelital utilizado y posee una descripción completa de su modo de funcionamiento en el documento XML Gateway Developer API Specification.

El Gateway satelital ofrece un servicio que debe ser consumido por el aplicativo del backend para poder consultar nuevos mensajes recibidos, eliminar mensajes, marcar mensajes como leídos, enviar mensajes a los nodos satelitales, etc.

10.1.9 Nodos alimentados por energía solar

Los nodos con alimentación solar fueron pensados y diseñados para poder cubrir limitaciones de los nodos convencionales (son los que se han expuesto hasta el momento), principalmente la limitaciones suelen tener origen en la topografía de la zona en donde otorga servicio el nodo, ya que en algunas oportunidades la red lora cubre zonas en donde el terreno posee marcadas irregularidades y está lejos de presentarse totalmente llano, existiendo hectáreas que pueden encontrarse por ejemplo en un pozo lo que dificulta el alcance de la red lora, generando que los sensores no logren conectarse a la misma, o bien que la conexión no sea estable, generando pérdidas de paquetes y consecuentemente un calidad de comunicación que no esté a la altura de lo esperado debido a su irregularidad, creando como se señaló anteriormente pérdidas de datos o bien una constante búsqueda de reconexión por parte de los sensores a la misma, provocando un impacto negativo sobre la tensión batería sobre los mismos.

Otro motivo que puede llevar a la utilización de un nodo solar es un suministro de energía eléctrica deficiente o bien inexistente, considerando que el campo de acción es en zonas rurales y no siempre las conexiones y los tableros están presentes, y en condiciones de ser utilizados para el proyecto en cuestión, en estos casos el nodo es autosustentable tornando el servicio viable a pesar de ésta limitación de contexto.

Como se verá a continuación lo único que cambia sobre éstos tipos nodos es la estructura física del mismo, es decir que se deberán agregar algunos componentes a nivel hardware e insumos específicos para esta clase de instalación, pero la manera de operar a

nivel lógica es exactamente la misma que la de un nodo convencional, utilizando las mismas capas y protocolos de comunicación, motivo por el cuál sólo haremos foco en los componentes y en el proceso de instalación.

10.1.9.1 Elementos del Nodo Solar

Nodo Solar

- Gateway Wirnet iFemtoCell con Licencia SPN V1.x
- Placa UD1100A1 con modem OGISat y placa PC UDO NEO
- Antena Satelital IDP
- Cable MMCX a SMA-Female
- Antena 915MHz
- Cable RG58 N a SMA
- Switch Ethernet
- Sensor de puerta
- Termomagnética
- Gabinete Estanco

Unidad Bateria Solar

- Regulador SCmax20
- Batería 12V 105Ah
- Gabinete Estanco Batería
- Termomagnética bipolar 25a

Generadores Solares

- Dos paneles solares KS105T (12V 105W)
- Dos conectores tipo MC4 MH paralelo p/1x4 -1000V

- Estructura soporte EP4RR-343 - EP2RR-668
- Conector tipo MC4 MH P/1X10 -1000V
- Cable rojo 1x6mm2
- Cable negro 1x6mm2

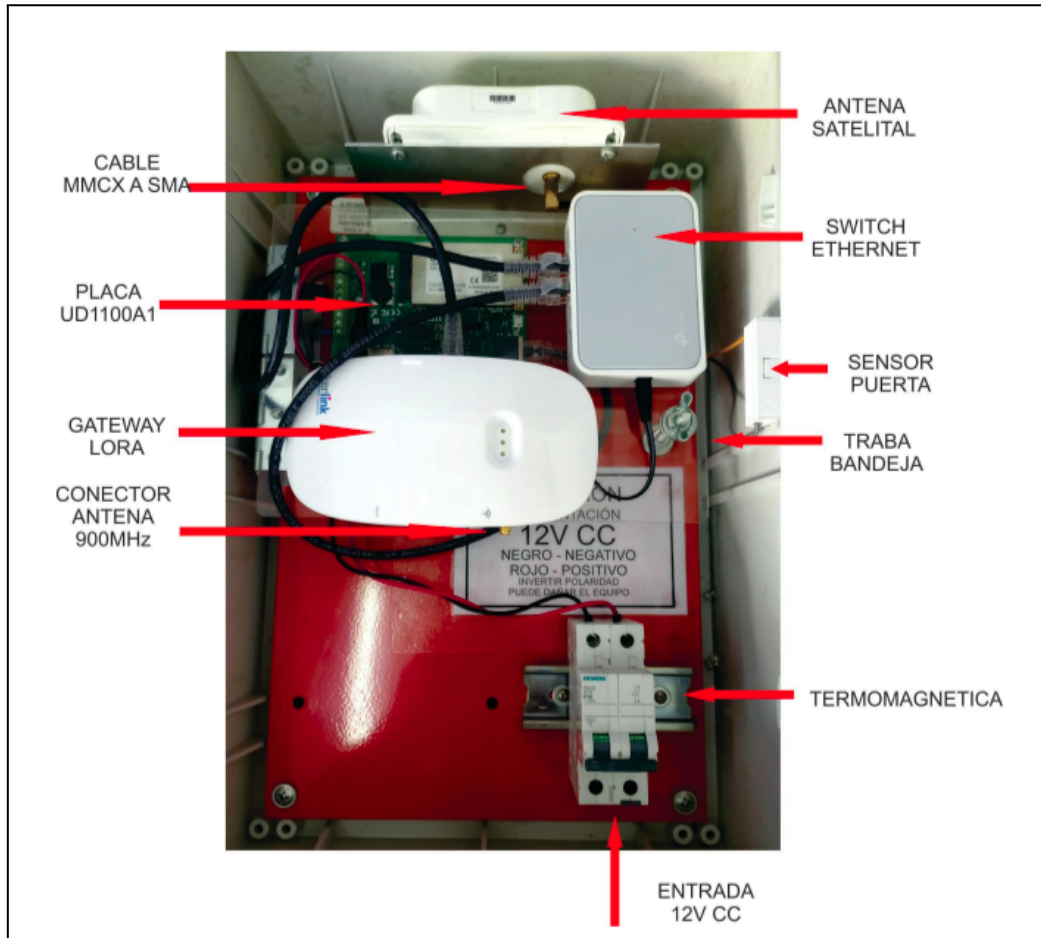


Figura 25: Interior nodo solar

10.1.9.2 Elementos necesarios para la instalación

Para la instalación en sitio del nodo, se requieren los siguientes elementos:

- Antena 915MHz.
- Cable RG58 N a SMA.
- Cable tipo Sintenax de 3x1.5mm.

- Cable de red exterior.
- 2 terminales RJ45.
- 2 grampas tipo omega para fijar gabinete a caño redondo.
- Grampa para fijación de antena 915MHz.
- Mástil de 2 metros para montaje de antena 915MHz.
- Mástil 3" x 2mts para montaje de panel solar.
- Columna estructura de 3 tramos de 3 metros cada uno.

10.1.9.3 Consideraciones generales para la instalación

En este caso particular las consideraciones sobre el proceso de instalación recaen fundamentalmente en dos grandes aspectos, el primero a considerar está orientado a la estructura en donde se llevará a cabo la instalación de los diferentes componentes del nodo solar, como se clarificó al inicio objetivo principal de este tipo de nodos es propagar la red lora en zonas a las cuales no es posible acceder desde la instalación en una noria o antena, es decir que será realizada en proximidad a la localización de los silos bolsas, por tal motivo se utilizará una torre estructural de tres tramos de tres metros cada uno, montada directamente en tierra, si bien la altura se encuentra por debajo de lo recomendado para estructuras estándares (norias o antenas estructurales de gran porte) en este caso se acotará el espectro de cobertura de la red para los sensores, pero al estar en cercanía de los bolsones a sensorizar, será más que suficiente para otorgar el servicio exclusivo y dedicado para los mismos. El objetivo de dicha estructura, considerando el ámbito de implementación, es que logre alojar a todos los componentes del sistema en una misma torre y logre ser autónoma del contexto que la rodea.

El segundo gran aspecto a considerar y también de relevancia, es el posicionamiento de los paneles solares y el mantenimiento que los mismos requieren, para que la capacidad de

carga de la batería esté a la altura de lo requerido, en base a esto último se deja un plano sobre la orientación que deben tener los mismos en la instalación:

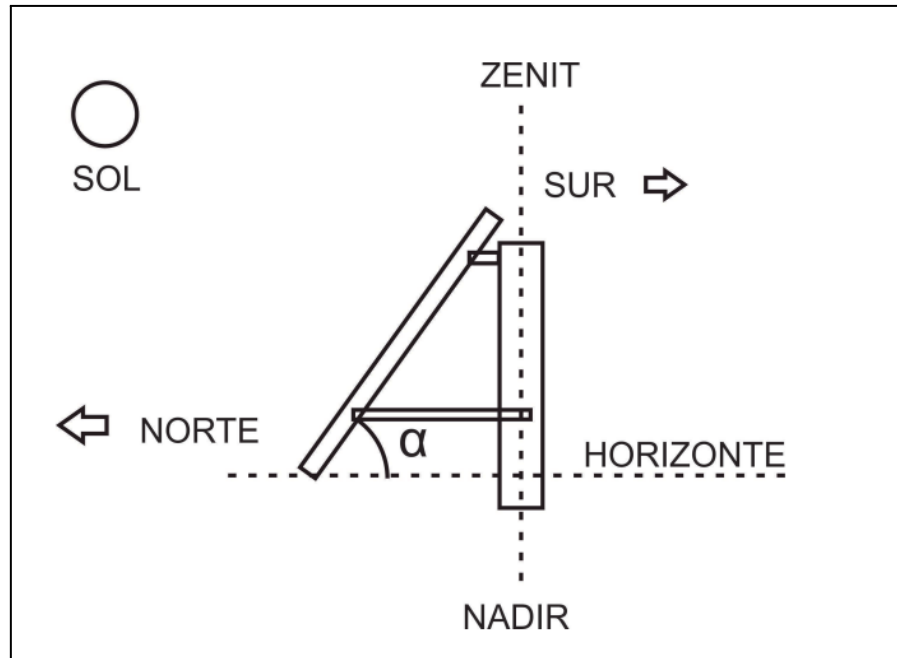


Figura 26: Orientación de paneles solares

El ángulo de inclinación α está definido por la siguiente tabla:

LATITUD DEL LUGAR	INCLINACIÓN
0° a 15°	15°
15° a 25°	=LATITUD
25° a 30°	LATITUD + 5°
30° a 35°	LATITUD + 10°
35° a 40°	LATITUD + 15°
>40°	LATITUD + 20°

Tabla 7: Inclinación de paneles solares

10.1.9.4 Arquitectura general de instalación del nodo solar

El esquema general de conexión es el siguiente:

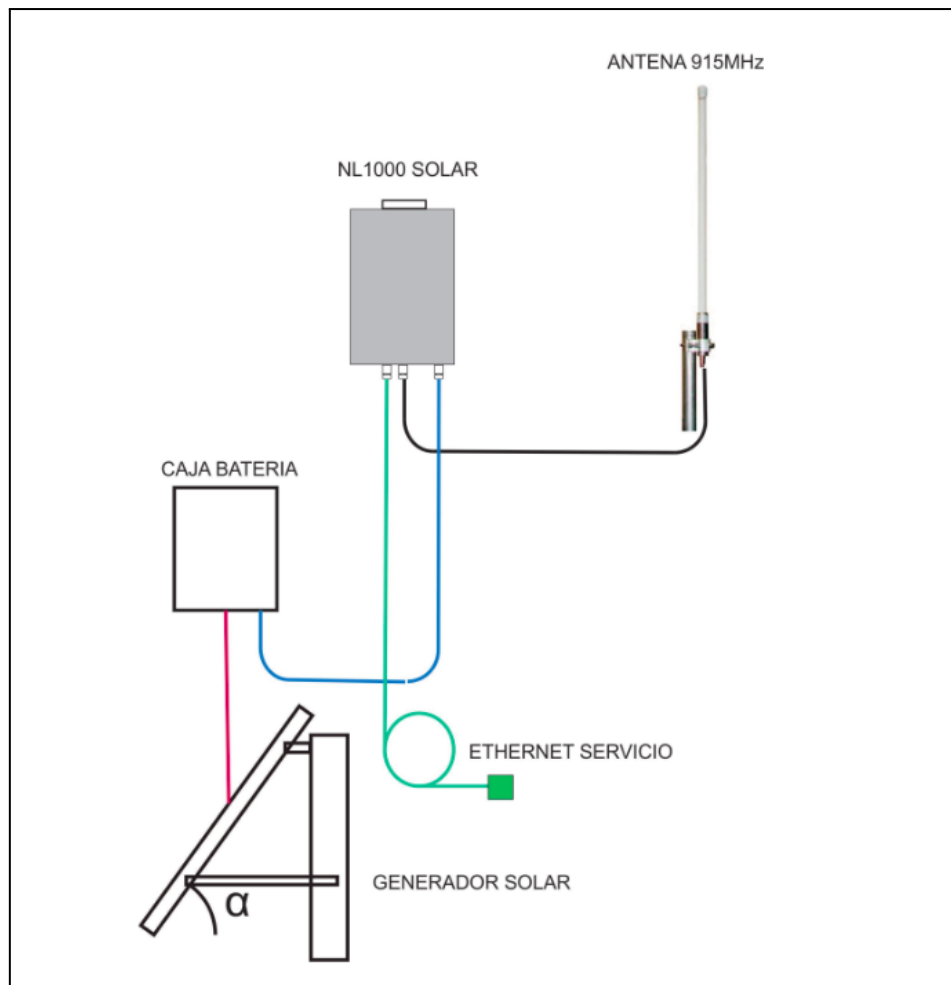


Figura 27: Esquema de instalación de nodo solar

10.1.9.5 Consideraciones de seguridad

Por tratarse de un trabajo de altura, se debe prestar especial importancia a los siguientes aspectos:

- 1) El personal de instalación debe tener entrenamiento en trabajo en altura y conocer el uso de todos los elementos de protección personal.
- 2) Todos los operarios deben estar dotados de todos EPP que requiere esta tarea.
- 3) Se recomienda ponerse en contacto con el responsable de seguridad del predio para coordinar las tareas de instalación.
- 4) Las condiciones atmosféricas para la instalación deben ser óptimas, en ningún caso se podrá instalar ante la posibilidad de tormenta eléctrica, vientos fuertes, o lluvia.

- 5) Todo el montaje se realizará sin tensión, dejando para el final la conexión a la alimentación en el punto de toma.
- 6) Todo el personal de instalación debe tener los seguros de ART al día para realizar esta tarea.
- 7) Los paneles solares se energizan ante la menor presencia de luz, no manipule los terminales o cables de conexión de estos sin estar debidamente aislado. De no poder garantizar la aislación de los mismos, utilice una tela opaca para cubrir en forma total los paneles solares.



Figura 28: Nodo solar instalado en estructura autónoma.

10.2 Los sensores, actores principales en el proceso de monitoreo de los silos bolsas

Para comenzar es pertinente definir de manera general a un sensor, considerando al mismo como a un dispositivo o unidad compuesta por diferentes módulos y placas para diversas mediciones, los cuales tendrán la capacidad de detectar cambios en variables físicas o químicas del entorno, convirtiéndolos en una señal (eléctrica, óptica, digital, etc.) que puede ser leída, procesada o registrada por sistemas de diferente naturaleza. En términos más técnicos podríamos decir que los sensores son una unidad o conjunto de componentes capaz de medir una magnitud física específica (como temperatura, luz, presión, humedad, movimiento, gas, etc.) y transformarla en una señal útil o en un paquete de datos útiles para su procesamiento, monitoreo o control. Si bien sabemos que el sensor en realidad es un conjunto de placas interrelacionadas y podría llevar otro nombre, a fines prácticos desde la visión de los clientes será más fácil distinguirlos y comprender el objetivo dentro del sistema.

En el caso particular de los sensores utilizados para el sistema, realizan mediciones que combinan tanto parámetros físicos como químicos, para lograr determinar en tiempo real si el bolsón sobre el cuál se encuentran instalados, ha sufrido algún tipo de daño o rotura. Los sensores se colocan sobre el silo bolsa de manera externa, ya que la estructura del mismo está conformada por una batería que se retroalimenta por medio de un pequeño panel solar y además ello favorece su conexión a la red Lora, por medio de unos de sus componentes principales que es justamente una placa para conexiones Lora, motivo por el cual necesita estar expuesto al exterior. Además está constituido por un conjunto de sensores (acelerometro y giroscopio) , para medición de movimientos y posicionamiento en el plano, los cuales serán vitales para operar con mayor precisión y sensibilidad, requiriendo estar posicionados en la zona exterior, ma específicamente sobre la zona superior o comúnmente llamado lomo del silo bolsa como se muestra a continuación:



Figura 29: Sensor implementado en un silo bolsa



Figura 30: El sensor desde diferentes perspectivas

El sensor tiene integrado además, una pequeña lanza cuya función es la de posibilitar por un lado ingresar al silo bolsa y quedar afirmado sobre el mismo, pero además tiene una segunda función que es la de contener en el interior de su extremo, un tercer sensor destinado a la medición del dióxido de carbono (CO2) dentro de la bolsa, el cuál va a otorgar un doble aporte de valor, por un lado determinar la variación de CO2 lo que va a determinar una posible rotura del silo bolsa, y por otra parte el estado de los granos que el mismo contiene, si bien este dato no apunta a una cuestión de seguridad, le puede brindar información al propietario del silo sobre la situación del contenido en un momento determinado como se muestra a continuación:



Figura 31: Informe sobre el estado del contenido del silo bolsa

El cuarto componente que también conforma a los sensores es una placa de geolocalización de los mismos, lo que va a permitir estar evaluando continuamente donde se encuentra posicionado el sensor, es decir que una vez ubicado el sensor en la bolsa y activado, el mismo estará analizando y evaluando el dato de su posición al momento de su instalación con respecto a la posición actual, en el caso que se genere algún movimiento advertido por el acelerómetro y un cambio de datos del giroscopio, o bien una variación en el CO₂, la variable de modificación en lo referente a su localización será otro aspecto más a analizar para determinar si se produjo una rotura sobre la bolsa. Es decir que la combinación y el análisis de la información generada por todos los componentes potenciarán la precisión de lo sucedido sobre el silo bolsa, y fortalecerá la exactitud de la información brindada por el ecosistema digital.

Otras de las placas que el sensor posee para ser activado es la de bluetooth, en donde además de poder activarlo como se mencionó anteriormente, por medio de la utilización de una aplicación móvil se podrá acceder al mismo, obteniendo información del propia de los componentes del sensor, como por ejemplo la tensión de batería, datos de geolocalización, estado de enlace con la red lora, RRSI y SNR de la calidad con la que está recibiendo a dicha red, etc. y hasta ejecutar comandos de pruebas, para validar si efectivamente el nodo está recibiendo dichos paquetes.

Es decir que la combinación de la información generada por todos los componentes que conforman al sensor, serán procesadas y analizadas por las herramientas digitales desarrolladas, las cuales en base a la interpretación de los datos recibidos, generarán eventos o alertas por diferentes medios de comunicación sobre el estado de situación. Vale destacar que dichas herramientas harán análisis también de contexto para mitigar lo que pueden ser falsos positivos por movimientos (se verá en detalle más adelante cuando se desarrolle el punto de ecosistema de herramientas digitales del servicio) generadas por ejemplo por las

inclemencias del tiempo como fuertes lluvias, vientos intensos o bien ocasional caída de granizo, en donde se consultarán servicios que proporcionen dicha información, siendo anexada a los eventos registrados e informados para el monitoreo.

La pluralidad de datos que el sensor tiene la capacidad de generar, hará que la información recibida pueda ser analizada desde diferentes perspectivas según los umbrales establecidos para cada sensor, pudiendo determinar la magnitud de cada evento recibido, generando en base a ello la activación de protocolos para un grupo de trabajo destinado al monitoreo de eventos se encargue de contactar a los clientes propietarios de los silos bolsas advirtiéndoles sobre las situaciones de potencial riesgo, la modalidad del servicio está pensada para que un equipo esté monitoreando y analizando los eventos y velar por la integridad de la mercadería bajo custodia. Resulta importante destacar que el sistema también está preparado y es configurable para que dichas alertas lleguen directo a clientes o propietarios de los silos, y que puedan autogestionar el monitoreo si así lo desean, todo dependerá de sus preferencias con respecto a ello.

Para finalizar resulta importante destacar que los sensores se van a encontrar agrupados por lo que daremos a llamar kits, los mismos estarán conformados por un total de cinco sensores y por cada bolsón se implementará un kit. Esto se debe a que se requiere esa totalidad de sensores por silo bolsa para lograr un nivel de cobertura sobre el mismo que cubra holgadamente a la bolsa de extremo a extremo, y que no exista la posibilidad de atender a lo largo de la misma, en cualquier punto, sin que logre ser captado por alguno de los sensores dispuestos sobre ella. Es decir que cuando hablemos de kits estaremos haciendo referencia a un conjunto de cinco sensores que van a estar agrupados un por número de kit que será único e irrepetible, de la misma manera cada sensor tendrá un id propio que lo distinguirá unívocamente.

En conclusión y para finalizar con esta descripción inicial de los sensores, podremos decir que su manera de operar se basa en un conjunto de dispositivos que lo integran los cuales tienen la capacidad de generar datos en pos de la seguridad del bolsón y que por el nivel de detalle de los datos brindado junto a la capacidad de combinarlos y analizarlos con las herramientas desarrolladas, sumado a la información de contexto climático que éstas también pueden obtener, se consolida un sistema de un gran nivel de eficiencia y sobre todo de fiabilidad sobre lo que está aconteciendo en tiempo real sobre el silo bolsa y como un plus adicional, el equipo encargado del monitoreo del servicio o bien el cliente directo puede acceder al estado de situación sobre la realidad de los granos en su interior, advirtiéndolo el estado de calidad, es decir un conjunto de información de naturaleza diversa que hacen referencia a cuestiones inherentes a la vida del bolsón tanto en su interior como a su integridad exterior.



Figura 32: Sensor en funcionamiento sobre silo bolsa

10.2.1 Identificación y características de los sensores lora

Los sensores lora poseen tres parámetros de identificación, para permitir enrolar los mismos por medio de OTA en el Gateway lora. Cuando hablamos de OTA hacemos referencia a un método de distribución de datos, configuraciones o actualizaciones de firmware a dispositivos remotos a través de una red inalámbrica, como Wi-Fi, redes celulares o Bluetooth. Esta técnica es ampliamente utilizada en dispositivos móviles, sistemas embebidos e Internet de las Cosas (IoT), permitiendo mantenerlos actualizados sin necesidad de intervención física, mejorando así la eficiencia del mantenimiento y la seguridad del sistema (Sauter, 2021).

En este caso en particular se utiliza OTA (Over The Air) para aquellos dispositivos que se conectan a la red por primera vez "a través del aire", logren ir intercambiando datos de autenticación con el servidor de red, es decir que por medio de la red lora el sensor se registrará en el Gateway, donde los sensores se encontrarán alojados. Cada sensor requiere los siguientes datos para identificarse:

Device EUI **8 bytes**

Application EUI **8 bytes**

Application key **16 bytes**

Todos los sensores utilizados en este proyecto poseen idénticas claves Application EUI y Application Key siendo las mismas:

Application EUI 4774723847747238

Application key 11477472381147747238114774723811

Los parámetros Device EUI son únicos e irrepetibles para cada sensor y son obtenidos del módulo LORA RN4903 mediante el comando `sys get hweui`. El parámetro device EUI es utilizado para definir el MAC address del módulo Bluetooth RN4870, mediante el comando `&,DF1234567890` se eliminan los primeros 4 dígitos (2 bytes de más peso) del device EUI ya

que el MAC address Bluetooth es de 6 bytes y el device EUI tiene 8 bytes. El nombre público del sensor es asignado a: BLE_servicioXXXX, donde XXXX son determinados por los dos últimos bytes del MAC en hexadecimal, en la etiqueta que llevará el sensor en su parte exterior sólo se mostrará el device EUI para identificarlo unívocamente.

10.2.2 El protocolo bluetooth, un medio esencial para la conexión a los sensores

El protocolo Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica de corto alcance que permite la transferencia de datos entre dispositivos mediante ondas de radio en la banda de 2.4 GHz. Está diseñado para conexiones de bajo consumo energético, y se utiliza comúnmente en dispositivos móviles, periféricos, redes personales (PAN) y sistemas embebidos. Bluetooth emplea una arquitectura en capas que incluye protocolos como L2CAP, SDP y RFCOMM para garantizar interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes (Miller, 2015).

En este caso particular el protocolo Bluetooth se utiliza para conectarse a los sensores por medio de una aplicación móvil. El sensor módulo RN4870 se configura con la UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) transparente activa, esto permite que la aplicación móvil pueda conectarse para enviar información y luego cerrar la conexión. Si se desea abrir la conexión desde la app o desde una terminal Bluetooth se deben usar los siguientes parámetros:

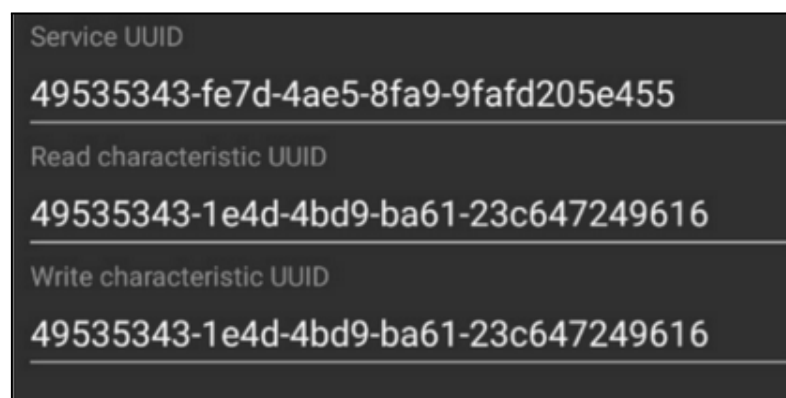


Figura 33: Imagen de parámetros bluetooth de conexión

El sensor sólo puede gestionar una conexión bluetooth a la vez, por lo cual tanto los sensores como las apps deben mantener la sesión abierta el menor tiempo posible para permitir la conexión de otros dispositivos. La secuencia de funcionamiento es la siguiente:

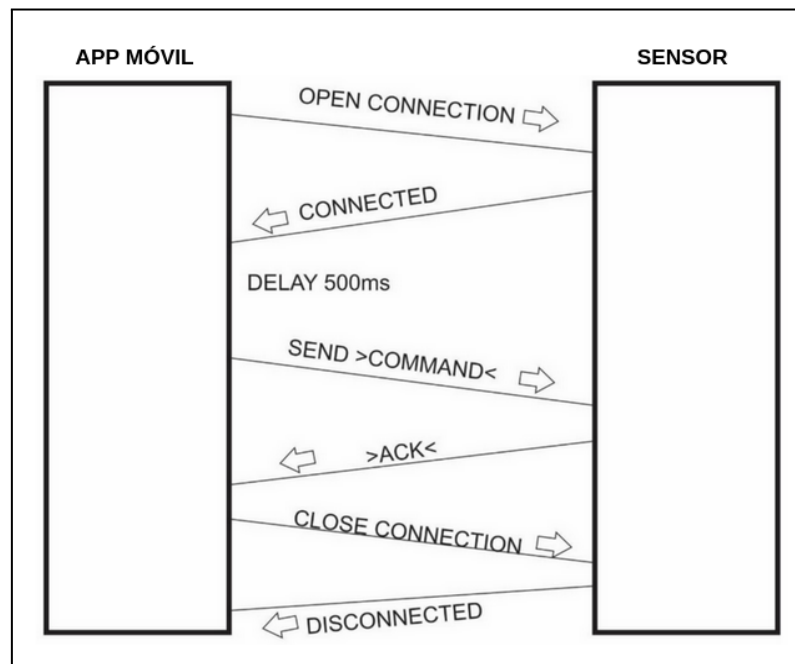


Figura 34: Esquema de conexión entre aplicación móvil y sensor.

A continuación se detalla a modo de ejemplo un comando que se puede enviar por medio de la aplicación para determinar el estado de la batería del sensor:

Comando de consulta BAT

>BAT<

Respuesta:

>BATaaabbbcccddeee<

Donde:

aaa: Estado batería LORA

Tensión de batería x 10 mV. De 000 a 999

Posteriormente se presenta una vista de la aplicación móvil de conexión al sensor en donde se podrán observar la diferente información a la que se puede acceder por medio de la misma:

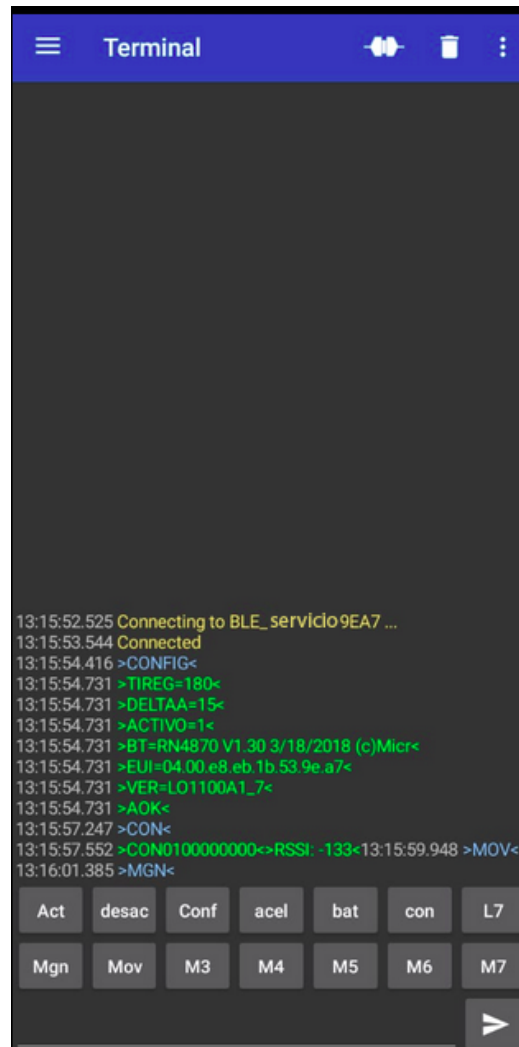


Figura 35: Conexión al interior de un sensor.

10.2.3 Esquema general básico de conectividad del sistema de monitoreo

En este punto y con el objetivo de clarificar todo lo desarrollado sobre los sensores, en cuanto a su funcionalidad y como es su interacción con los diferentes actores que el sistema posee, se presenta a continuación un esquema gráfico detallando la entidades del proyecto con el flujo de conexiones:

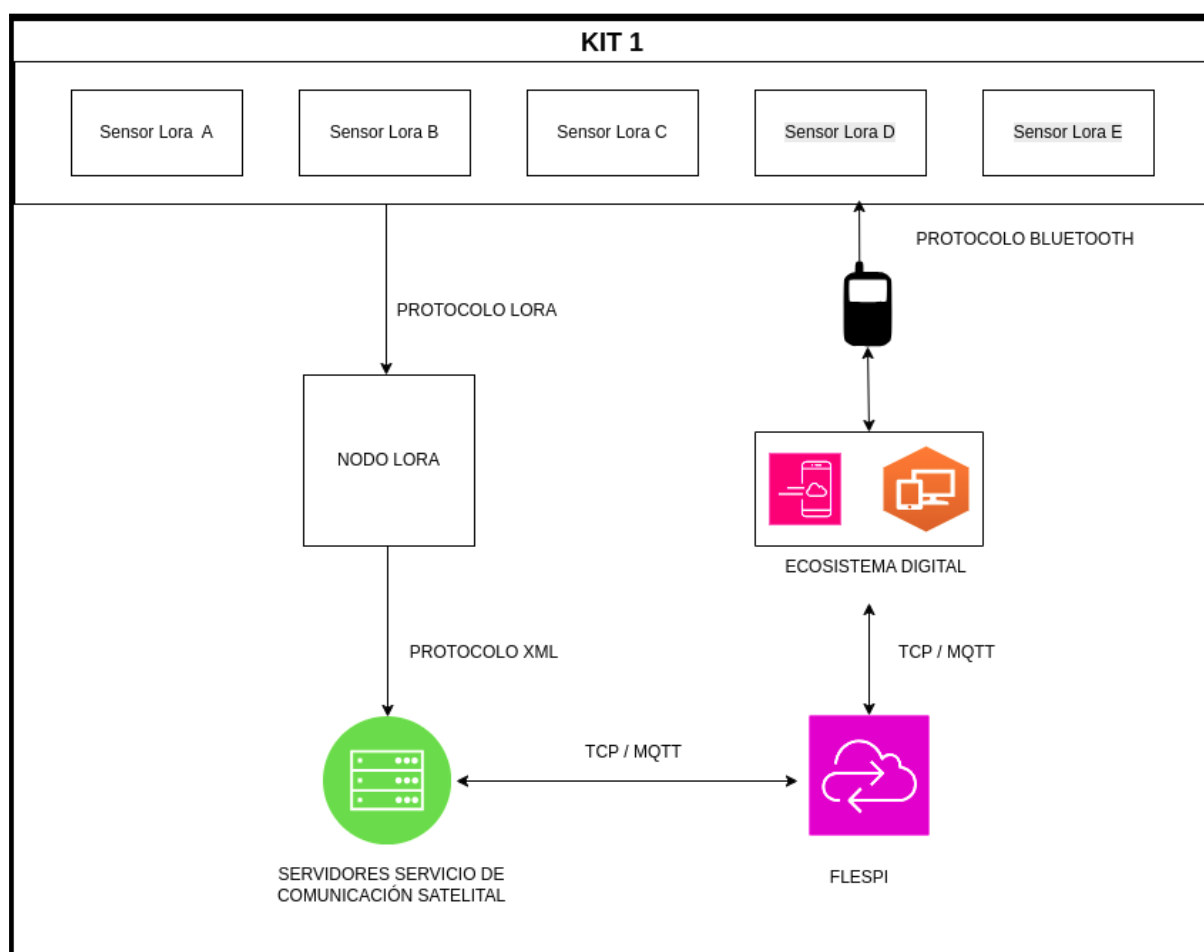


Figura 36: Circuito de conexión del sistema

En ésta arquitectura se puede divisar un servicio que será fundamental para el ecosistema de aplicaciones desarrolladas que es el de Flespi, el cuál es una plataforma en la nube (PaaS) desarrollada por Gurtam, especializada en el procesamiento y gestión de datos provenientes de dispositivos de telemetría e IoT. Su objetivo principal es simplificar y acelerar la integración de hardware diverso con aplicaciones empresariales, ofreciendo una solución centralizada para la recopilación, normalización, análisis y distribución de datos en tiempo real. Flespi actúa como un middleware universal permitiendo:

- Conectar dispositivos de múltiples fabricantes: Admite más de 1.000 tipos de dispositivos de telemetría e IoT, incluyendo rastreadores GPS, sensores BLE y plataformas OEM, utilizando protocolos como TCP, UDP, MQTT y HTTP.
flespi.com
- Normalizar datos: Convierte la información recibida en un formato JSON unificado, facilitando su interpretación y procesamiento posterior.
- Almacenar y analizar datos en tiempo real: Ofrece capacidades de almacenamiento eficiente y análisis en tiempo real, permitiendo la creación de métricas personalizadas y la detección de eventos relevantes.
- Gestionar dispositivos de forma remota (OTA): Permite la configuración y actualización de dispositivos a distancia, sin necesidad de intervención física, optimizando la operatividad y reduciendo tiempos de inactividad.
- Integrar con plataformas externas: Facilita la transmisión de datos a servicios en la nube como Azure, Google Cloud o Amazon Web Services, así como a sistemas ERP, plataformas de gestión de flotas y soluciones personalizadas, mediante APIs REST y MQTT.

En resumen, es una solución integral que permite a las empresas centrarse en el desarrollo de sus aplicaciones y servicios, delegando la complejidad de la integración y gestión de dispositivos IoT y de telemetría a una plataforma robusta y versátil.

10.3 El ecosistema digital del sistema de monitoreo

Le llamaremos ecosistema digital al conjunto de herramientas webs y aplicaciones móviles desarrolladas exclusivamente a medida para poder operar y monitorear los componentes principales del servicio, con el objetivo de lograr controlar de cerca la vida de

los nodos y de los sensores. Además las mismas serán un pilar fundamental para el proceso de sensorización de los silos bolsas, ya que la implementación de los sensores en los silos bolsas se realizan por medio de una aplicación móvil que será de uso exclusivo del equipo de trabajo o bien de los clientes que lleven adelante dicho proceso.

Es decir que este ecosistema se encuentra conformado por la existencia de aplicaciones de diversa naturaleza, tanto por la tecnología utilizada como por su finalidad principal dentro del servicio, posibilitando como mencionamos anteriormente desde llevar adelante procesos operativos, como la implementación y puesta en marcha del sistema, hasta efectuar el control del estado del hardware y sus componentes, logrando evidenciar cuál es el estatus actual de cada uno de ellos, advertir inconvenientes y ejecutar medidas preventivas, inclusive el desarrollo de bots (asistentes automatizados) por medio de la aplicación de mensajería Telegram, para poder recibir información en tiempo real de cada una de las aristas que componen al servicio de monitoreo y son vitales para asegurar la integridad de los silos bolsas en tiempo real.

Para poder profundizar sobre las mismas y recorrer sus funcionalidades y objetivos específicos, se establecerán las siguientes clasificaciones:

- Plataforma web para la gestión de procesos operativos y de monitoreo.
- Bots de monitoreo por medio de Telegram.
- Aplicación móvil del instalador para la implementación de los sensores.
- Aplicación móvil de negocios, orientada a clientes actuales o potenciales.

10.3.1 Plataforma web para la gestión de procesos operativos y de monitoreo

La plataforma web desarrollada para el sistema cumple un rol fundamental al momento de llevar adelante los procesos más importantes que el sistema requiere para poder operar y sobre todo asegurar determinados estándares requeridos para un sistema de seguridad como es el de la naturaleza del mismo.

Esta herramienta es un eje fundamental para llevar adelante procesos que están sumamente ligados a tareas operativas y de implementación, también de configuración, gestión y control de todos los componentes y entidades que se encuentren en producción.

En resumen, es en éste ámbito donde se lleva adelante la gestión y el control de los silos bolsas, donde se realizan los ABM (altas, bajas y modificaciones) de nodos y sensores al sistema, y hasta efectuar por ejemplo la configuración de los métodos de avisos frente a la existencia de incidentes o notificaciones de relevancia por medio de llamadas telefónicas automatizadas, llamadas vía Telegram, mensajes de texto, correos electrónicos, etc.

Es decir que esta herramienta contiene un conjunto de procesos vitales para dar inicio al proceso de implementación, configuración y seguimiento de todas aquellas aristas que son pilares fundamentales en la vida del sistema.

A continuación realizaremos un recorrido por aquellas secciones prioritarias que la misma posee, detallando las interfaces y cuál es el objetivo de cada una de ellas dentro del sistema.

10.3.1.1 Interfaz para alta de nodos.

Como se ha detallado a lo largo del presente trabajo el primer paso para que el sistema pueda operar es la instalación del nodo, ya que si este concentrador de comunicaciones nada sería posible, para ello se desarrolló una interfaz en la plataforma web en donde se pueden documentar todos aquellos datos pertinentes al mismo, desde su localización en el mapa, pasando por datos tales como su número de ID unívoco, la latitud y longitud de su ubicación, provincia, localidad, etc.

Nuevo Nodo

Información Básica

Nombre
Nuevo Nodo

Suscriptor

Radio [m]

ID ML

☒ Activo
☐ Inactivo
☒ Satélite
☒ Lora
☒ Puerta
☒ Batería
☒ Alimentación

Ubicación

Direccion

Localidad

Provincia

Zona

Latitud

Longitud

Ver Menú Gráficos

Borrar Coordenadas

Mapa
Satélite

Figura 37: Pantalla de alta de nodos en plataforma web

Este apartado nos permitirá llevar un control sobre la cantidad de nodos que se encuentran instalados y operativos. Además de ello, también en la vista de mapa que posee nos va a permitir plasmar gráficamente donde está situado el mismo y cuál es el radio o espectro de cobertura de la red lora propagada, como se observa a continuación:

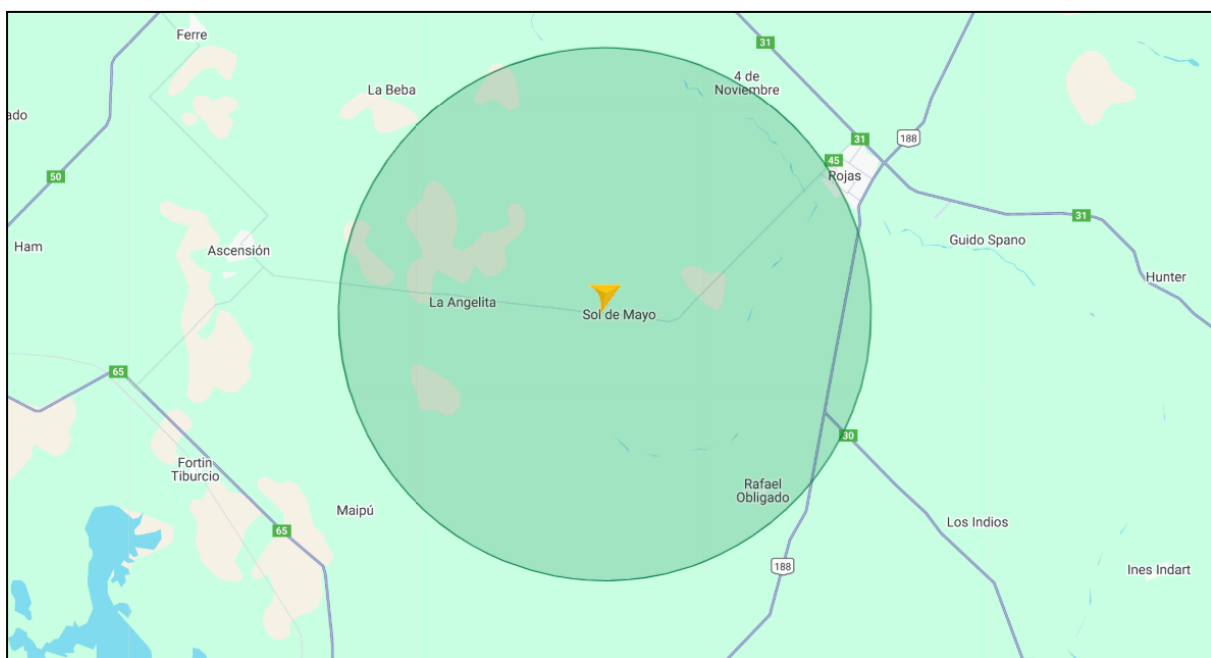


Figura 38: Espectro de cobertura del nodo.

Se brindará también en ésta instancia la posibilidad de tener una vista general en el mapa, de todos los nodos que se encuentran en instalados y en producción, con su respectivo rango de cobertura, para que en el momento que se solicite una implementación del servicio, se pueda determinar si ya hay cobertura de algún nodo o bien, si será necesario instalar un nuevo concentrador de comunicaciones. Vale destacar que los nodos serán de uso común más allá del cliente en donde se encuentre instalado, es decir que se podrá utilizar el servicio de la red lora para un cliente aunque el mismo esté alojado en otras instalaciones que no sean propias del cliente que ha solicitado el servicio.

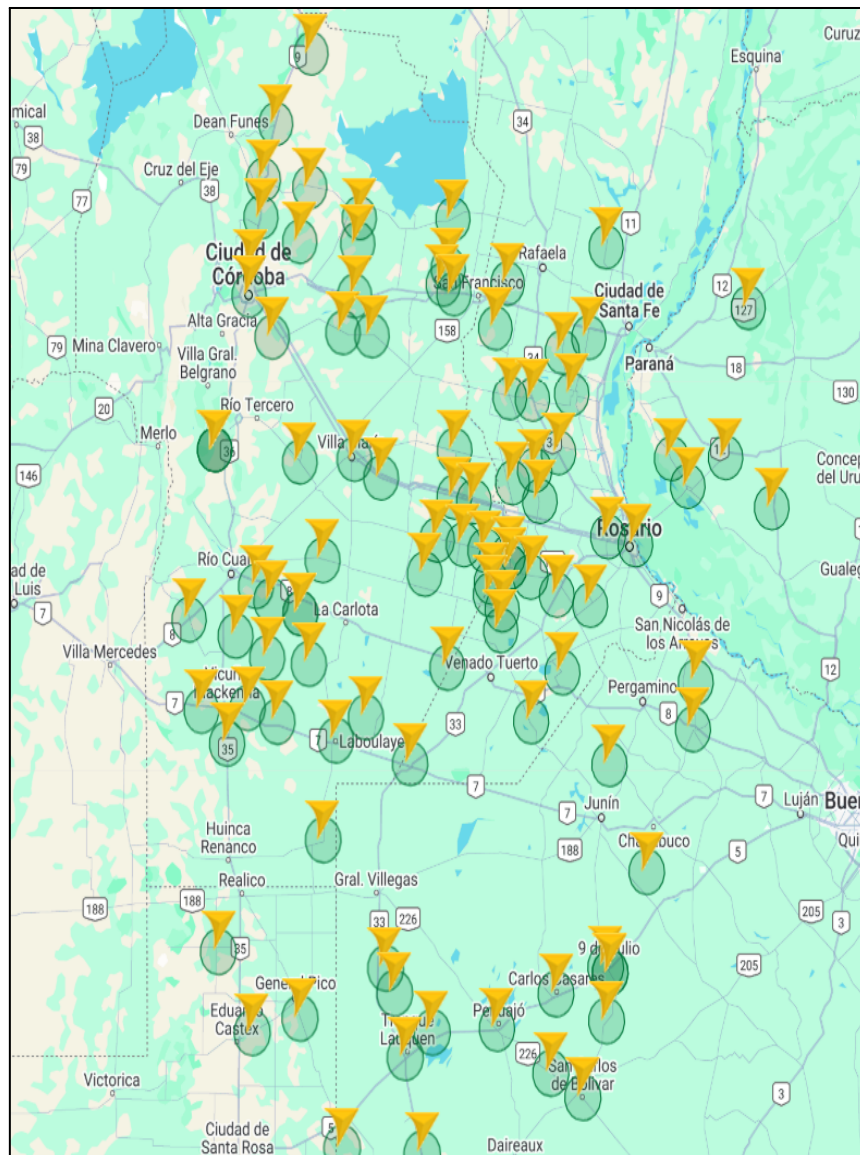


Figura 39: Mapa con vista general de nodos instalados

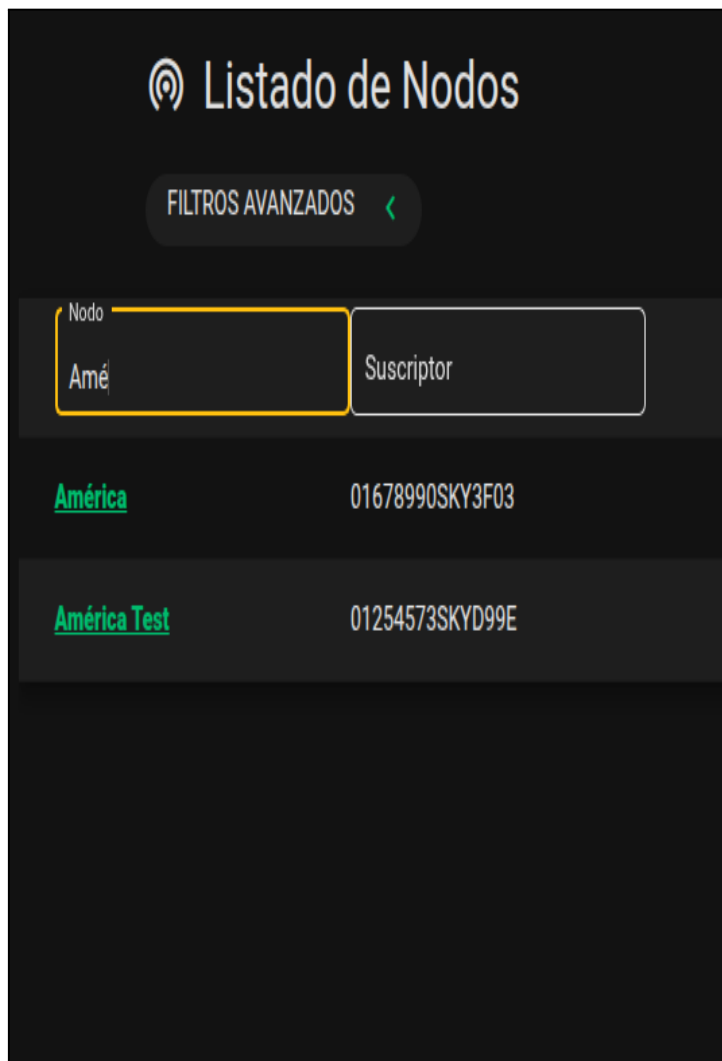


Figura 40: Vista de listado de nodos instalados

10.3.1.2 Ordenes de instalación

El objetivo de la sección de órdenes de instalación es la de comenzar a dar origen al proceso de sensorización de silos bolsas, es decir una vez instalado el nodo y el servicio del mismo funcionando, ya están las condiciones dadas para poder avanzar con el proceso de instalación de sensores sobre las bolsas, pero para ello se deberá generar por medio de la plataforma web una orden de instalación.

Figura 41: Pantalla de creación de órdenes de instalación

En el momento de la creación se deberán cargar un conjunto de datos que corresponden a la bolsa que se va a sensorizar, como por ejemplo el nombre, su contenido, el tonelaje y el kit que se va a utilizar sobre la bolsa, recordemos que cuando hablamos de kit estamos haciendo referencia a la agrupación de cinco sensores, esa entidad está creada con ese formato para asegurar el nivel de cobertura que tendrán los sensores sobre la bolsa custodiada. Vale destacar que para poder seleccionar los mismos ya deberán estar precargados en la plataforma, en la pantalla que se muestra a continuación:

Figura 42: Pantalla para carga de kits en la plataforma web

Una vez completada la primera camada de datos, se procederá a definir la configuración del tipo de alarmas que tendrá la bolsa y quienes serán los usuarios que van a recibir notificaciones en caso que suceda algún incidente o acontecimiento sobre la misma.

Es importante resaltar que la plataforma ofrece la posibilidad de configurar distintos medios de notificación, entre ellos llamadas telefónicas por medio de una operadora automatizada, llamadas y mensajes por medio de Telegram, mensajes de texto y correos electrónicos.

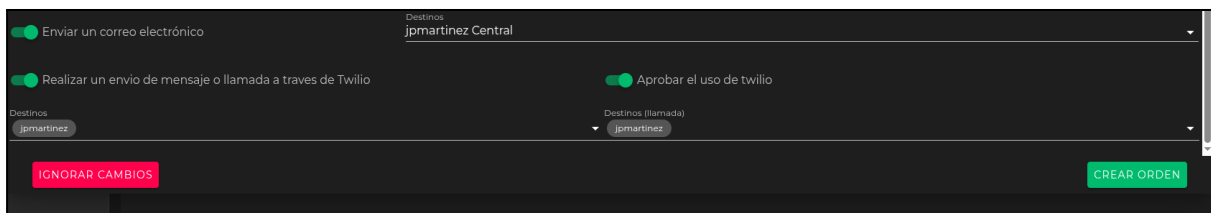


Figura 43: Instancia de configuración de notificaciones dentro de la orden de instalación

Una vez que se aprueba la orden, se generarán dos procesos primordiales, por un lado la plataforma se encargará de enviar los sensores del kit seleccionado al nodo correspondiente, así los mismos ya quedan cargados en el gateway del concentrador, recordemos que los sensores se alojan en el gateway lora del nodo y cuando dichos sensores se activan (por medio de la aplicación móvil de instalación) a través de la red lora se iniciará el proceso de validación en dicho gateway, por este motivo es importante que los mismos ya se encuentren precargados en dicho componente. Ese envío y carga de sensores, lo gestionará la plataforma web al momento en que se cree la orden.

Y en segundo lugar la plataforma derivará la orden de instalación a la aplicación móvil del instalador, es decir que cuando llegue el momento de implementar los sensores, la persona que lo haga deberá concurrir a la bolsa con un celular, la aplicación instalada y al momento de hacer el login ya estará la orden en espera de ser ejecutada.

10.3.1.3 Sección de silos bolsas en la plataforma web.

Una vez finalizada la orden de instalación desde la aplicación móvil para el instalador (la veremos en detalle más adelante), la creación de la bolsa quedará reflejada en la plataforma web y habrá ingresado formalmente al ámbito productivo, esto significa que de allí en adelante habrá comenzado el servicio de monitoreo, motivo por el cual habrá un equipo de personas asegurando el monitoreo en tiempo real, vale recordar que el proyecto es un servicio propio de la organización (corredora de cereales) creado para resolver un gran problema de alto impacto para sus clientes, por tal motivo habrá un equipo de trabajo orientado tanto a cuestiones operativas y de monitoreo que aseguren la calidad esperada para tal servicio. A su vez obviamente el cliente podrá acceder a toda la información de sus bolsas y el proceso de envío de notificaciones para tener información en tiempo real sobre su estatus, esto lo podrá hacer tanto por la plataforma web con una vista diseñada con la información de sus bolsones o bien por medio de la utilización de la aplicación de negocios (también la veremos en detalle más adelante) la cuál le otorgara toda la información existente en la web, notificaciones por eventos o incidentes, y además métricas sobre los granos monitoreados.

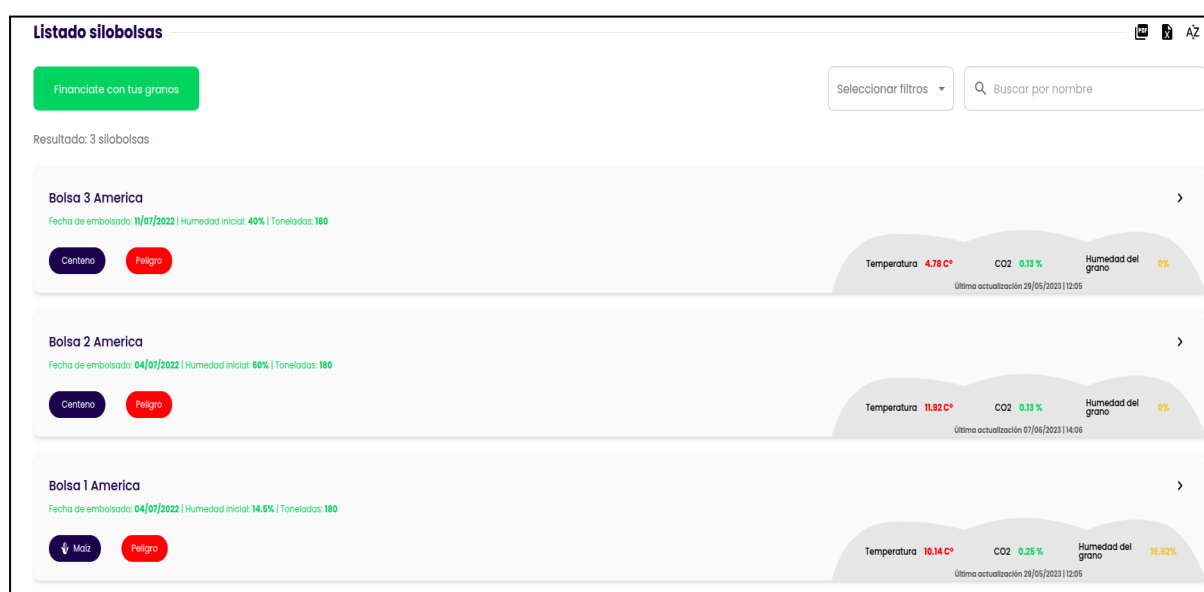


Figura 44: Vista general de silos bolsas en plataforma web

En la vista general de silos bolsas se podrá ver un conjunto básico de datos orientados a información del contenido de la bolsa, relacionados específicamente al el estado del contenido del silo, pero si se ingresa a cualquiera de ellas, se observa en detalle toda la información correspondiente a la misma, la cuál fue detallada en el proceso de generación de la orden de instalación y se podrá además reconfigurar de ser necesario las alertas por eventos o incidentes. Además de ello se podrá observar en el mapa la geolocalización de la misma gracias a la información brindada por los sensores y datos orientados al estado de conexión de los mismos, nivel de ruido / calidad obtenida sobre la red lora, etc.

	MAC	Ultimo	keepAlive	MOV	Estado	Ult. Movimiento	BAT	Voltaje	Ult. Bateria Baja	COM	Ult. Comunicacion OK	RSSI [dBm]	SNR [dB]
A	04:00:e8:eb:1b:53:99:60	2/05/25 11:24-	2/05/25 11:24-	1	S	28/04/25 12:13	0	4.76 v		2	2/05/25 11:24	-93	9
B	04:00:e8:eb:1b:53:97:81	2/05/25 11:24-	2/05/25 11:24-	1	S	28/04/25 12:13	0	4.76 v		2	2/05/25 11:24	-89	9
C	04:00:e8:eb:1b:53:97:2d	2/05/25 11:21-	2/05/25 11:21-	1	S	28/04/25 12:13	0	4.71 v		2	2/05/25 11:21	-83	10
D	04:00:e8:eb:1b:53:97:45	2/05/25 11:21-	2/05/25 11:21-	1	S	28/04/25 12:13	0	4.74 v		2	2/05/25 11:21	-79	10
E	04:00:e8:eb:1b:53:98:6e	2/05/25 11:24-	2/05/25 11:24-	1	S	29/04/25 11:20	0	4.74 v		2	2/05/25 11:24	-79	10

Figura 45: Vista interior de un silo bolsa desde la plataforma web

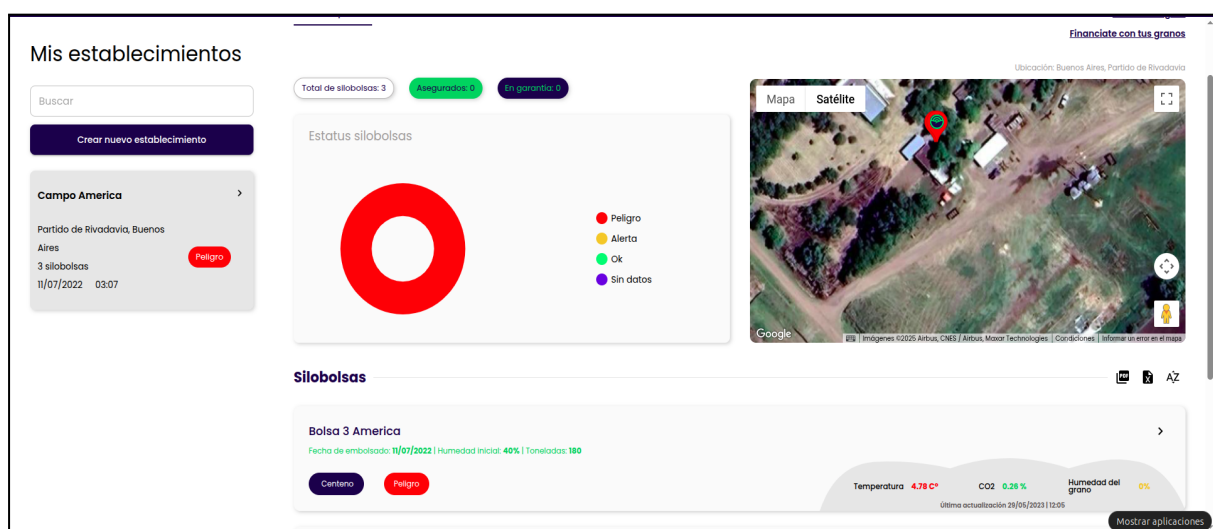


Figura 46: Vista de la bolsa con métricas y localización satelital en tiempo real

10.3.1.4 Vistas específicas para el equipo de monitoreo de nodos y bolsas.

El equipo de monitoreo podrá contar con una sección de vista de nodo que le va a facilitar llevar adelante el seguimiento en detalle sobre el funcionamiento de los nodos y los sensores que se encuentran operando en el sistema, Si bien, como hemos comentado el servicio cuenta gran diversidad de herramientas automatizadas, como por ejemplo la ejecución de llamadas telefónicas o el envío de mensajes en caso de que suceda algún incidente o acontecimiento significativo sobre las bolsas, como puede ser una rotura sobre la misma, el equipo de trabajo dedicado al control y monitoreo, activará un protocolo de acción para garantizar que el propietario de dicha bolsas esté al tanto de lo sucedido y acuda al lugar para determinar y documentar cuál es la situación real de las mismas y determinar fehacientemente, qué dio origen al evento o incidente disparado por la plataforma.

Por otra parte y orientado a la vida de los nodos, se pueden configurar también envíos de notificaciones evidenciando por ejemplo cortes de luz, o bien si se produjo la apertura del gabinete estanco que aloja el nodo, gracias al sensor que la puerta posee, o bien si la red lora está fallando por algún motivo en particular o inclusive también, si se ha perdido el enlace satelital del mismo, lo que tendría un gran impacto sobre la recepción de los datos de los sensores. Es decir, la plataforma y los bots generados en Telegram (se verán más adelante) están diseñados de manera tal que las personas encargada de monitorear y contactar a los clientes, puedan ejecutar rutinas de control antes que se produzca una caída definitiva del servicio, logrando anticipar y resolver potenciales inconvenientes sobre el sistema.

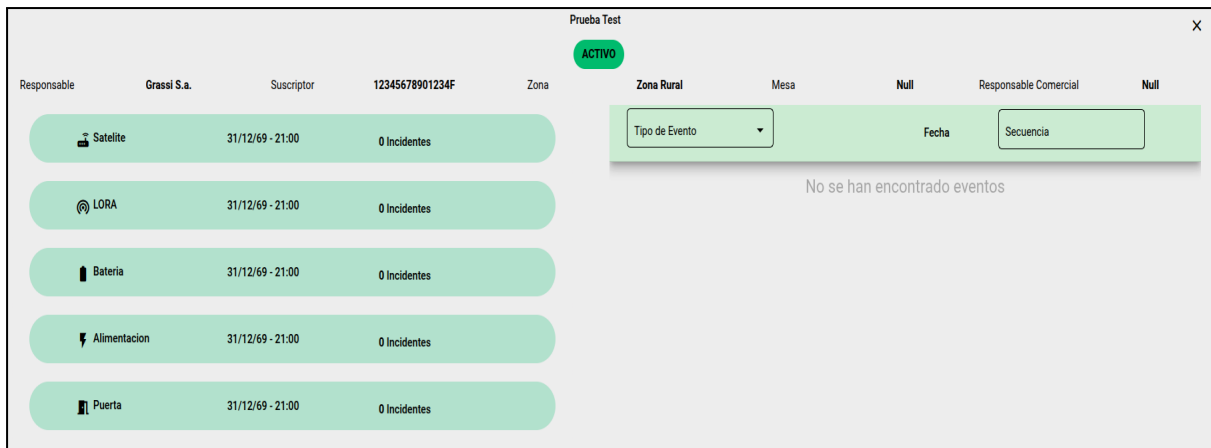


Figura 47: Vista de nodo con indicadores para el monitoreo proactivo

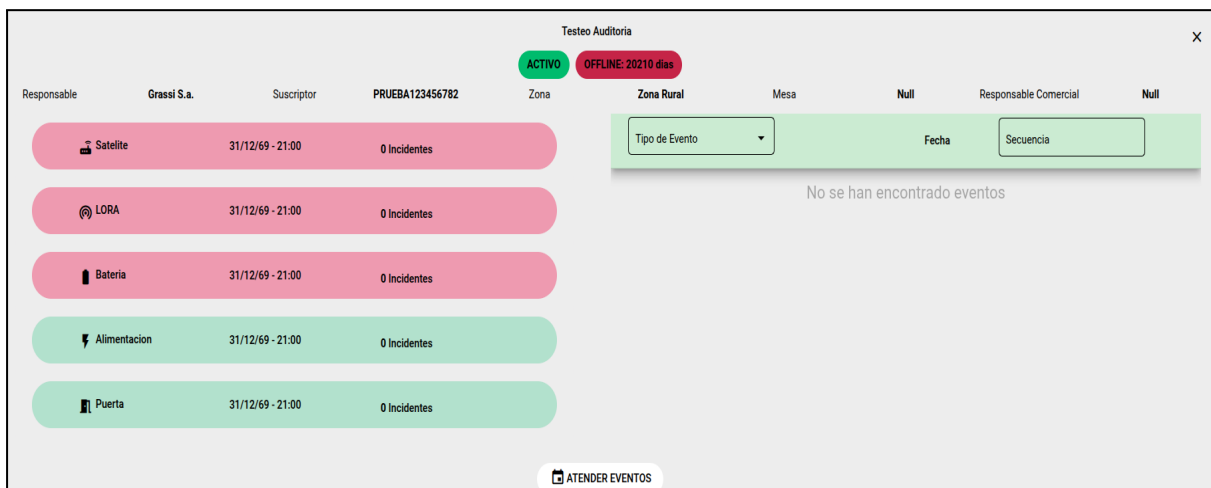


Figura 48: Vista de nodos con alertas activadas

10.3.2 Bots de monitoreo por medio de Telegram.

Cuando nos referimos a bots, se hace referencia a programas automatizados que interactúan dentro de Telegram para recibir, enviar y gestionar información en tiempo real, y están diseñados específicamente para vigilar el estado de sistemas, servicios, sensores o dispositivos. Los mismos permiten automatizar alertas, reportes y comandos desde sistemas

de monitoreo (como Zabbix, Prometheus, sensores IoT, scripts personalizados, etc.) directamente a un chat o grupo de Telegram.

En este caso en particular son herramientas que van a facilitar los procesos de control para las personas o el equipo encargado de monitorear el estado de los nodos y de los sensores dispuestos sobre bolsones, el potencial que presentan las mismas es que están transmitiendo los eventos sucedidos en tiempo real y se pueden acceder a los mismos sin necesidad de tener que ingresar a la plataforma web, es decir que facilita los procesos de control accediendo a Telegram desde el celular mismo.

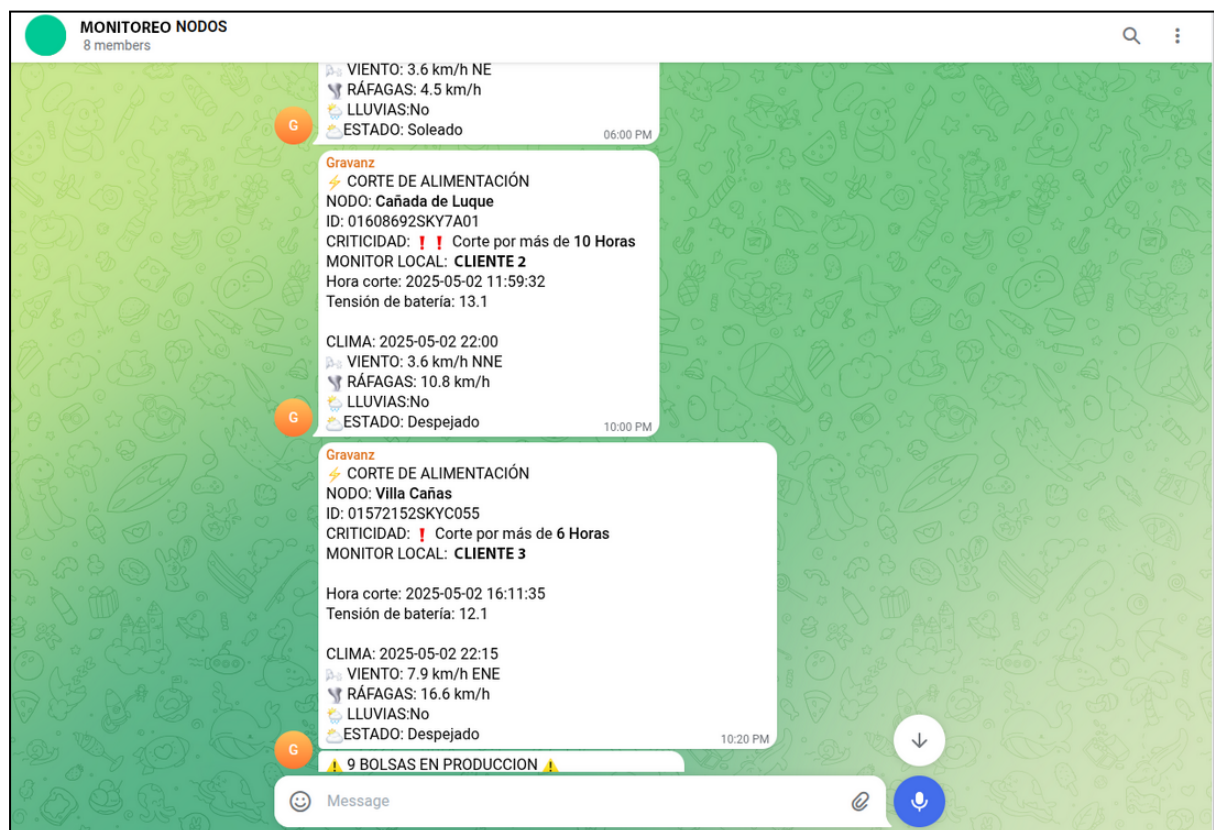


Figura 49: Vista de bot de nodos en Telegram

En la figura superior se expone la vista del bot destinado a generar información de los nodos, en ella observamos por ejemplo un evento generado por corte de alimentación

eléctrica y cuál es la tensión de la batería al momento de la notificación, en este caso no es de alta criticidad ya que el nodo no evidencia tener bolsas monitoreadas, pero si así lo fuera, el equipo de monitoreo establecerá contacto con el cliente para advertir la situación y tener una referencia de cuánto tiempo puede continuar el servicio del nodo si no se restituye en el corto plazo el suministro externo.

Lo mismo sucede con el monitoreo de los bolsones que poseen implementados sensores, en donde uno de los eventos más significativos el de movimiento de uno o varios sensores, se considerará evento de movimiento al cambio de estado que se puede generar en el giroscopio, el acelerómetro, un cambio del nivel de CO₂ y bien un cambio en la localización obtenida por el gps de los sensores, el cambio de uno o varios de estos estados, generará no sólo un mensaje por el bot sino también una llamada telefónica automatizada a aquellos referentes que se hayan configurado en la plataforma web al momento de generar la orden de instalación. Además de ello el equipo de monitor también activará para este caso su protocolo de acción poniéndose en contacto con dichos referentes o clientes avisando sobre un potencial incidente sobre el bolsón validando su estado real.

Es importante destacar que por la escalabilidad que posee el sistema y su gran potencial, también se puede realizar un análisis previo para la toma de decisiones en base a la combinación de eventos que se generen, y en base a los datos otorgados por cada uno de los componentes del sensor evaluar que cantidad de movimientos evidencio el acelerómetro, cuantos grados de inclinación otorga el giroscopio con respecto a su posición original en el plano, el nivel de alteración del CO₂, si hubo una gran alteración en su geolocalización y hasta inclusive arribar a datos climáticos, con la finalidad de poder determinar desde la criticidad del caso hasta llegar a la conclusión de que lo acontecido se trata de un falso positivo generado por inclemencias del clima. Desde ya que la inteligencia artificial puede ser un gran factor de ayuda para la gestión automatizada frente a la toma de decisiones.

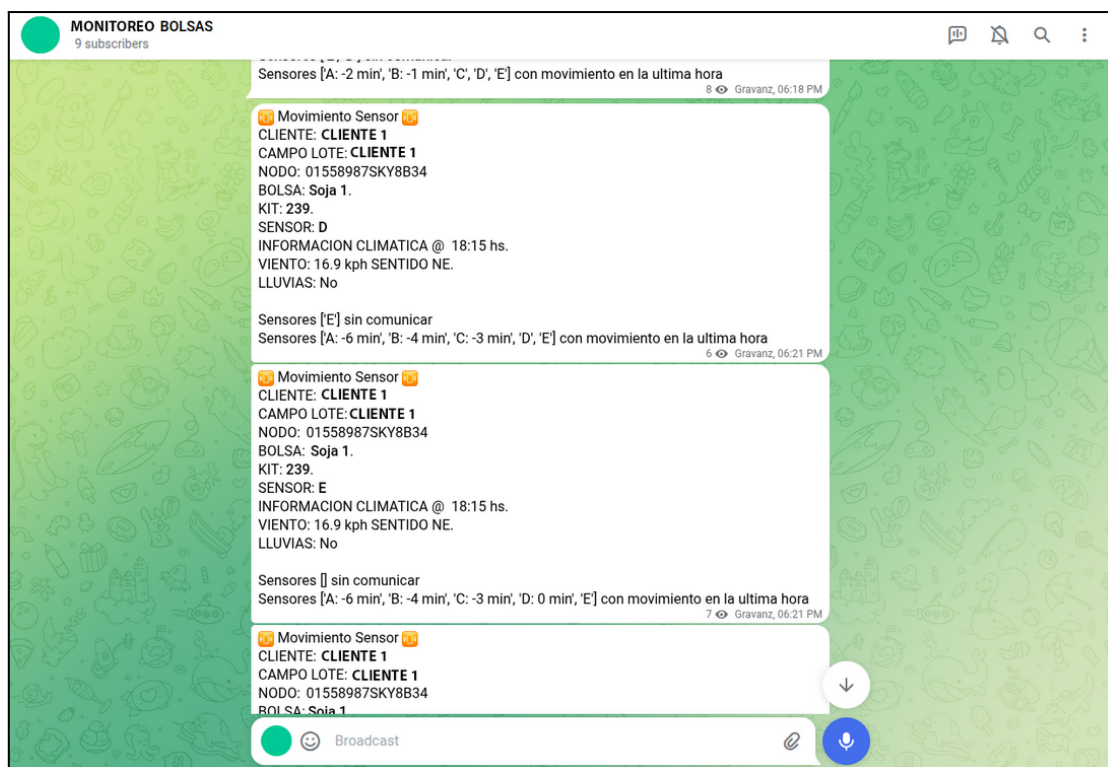


Figura 50: Vista del bot para eventos de sensores en Telegram

En la imagen se puede advertir que se otorgará un conjunto de información asociado a los sensores pero también al clima en donde se encuentran instalados con el objetivo de interpretar cuál es el contexto actual de los mismos como mencionamos anteriormente, el estado de conexión a la red lora de cada uno de ellos, y si existiera más de un sensor que haya generado eventos por movimientos, se detalla la correlatividad de los tiempos para evidenciar si se trató sólo de un movimiento aislado de un sensor, o bien existe un patrón de secuencia de eventos entre los sensores de un mismo kit.

10.3.3 Aplicación móvil del instalador para la implementación de los sensores

Como se ha mencionado a lo largo del presente trabajo, la aplicación de instalación es de naturaleza plenamente operativa y gracias a la misma se podrá llevar adelante el proceso de instalación de un kit de sensores sobre los silos bolsas. Vale mencionar nuevamente que el origen de la orden de instalación estará dado en la plataforma web, donde se creará la misma

y se compondrá de un conjunto de datos referidos al bolsón. A continuación ingresamos de lleno en la aplicación, realizando un breve recorrido sobre la misma, generando un paso a paso sobre las pantallas diseñadas, que deberá recorrer el instalador al momento de realizar la implementación del kit:

Luego de hacer el login con las credenciales otorgadas por el administrador del sistema de monitoreo, nos encontraremos con una primera pestaña que es la de kits:



Figura 51: Aplicación de instalación, pestaña de kits

En la misma ya se puede divisar un listado general de órdenes y los kits que se deberán utilizar para cada una de ellas, además si se despliega el kit, se podrá observar en detalle cada uno de los ID de los sensores que integran a dicho kit. Esta pestaña es meramente informativa y de control, como un primer paso previo al proceso de instalación propiamente

dicho, en donde se debía controlar que efectivamente lo que está plasmado en la orden está alineado con el hardware que contamos para implementar. Una vez realizado el proceso de control pasaremos a la pestaña de órdenes:

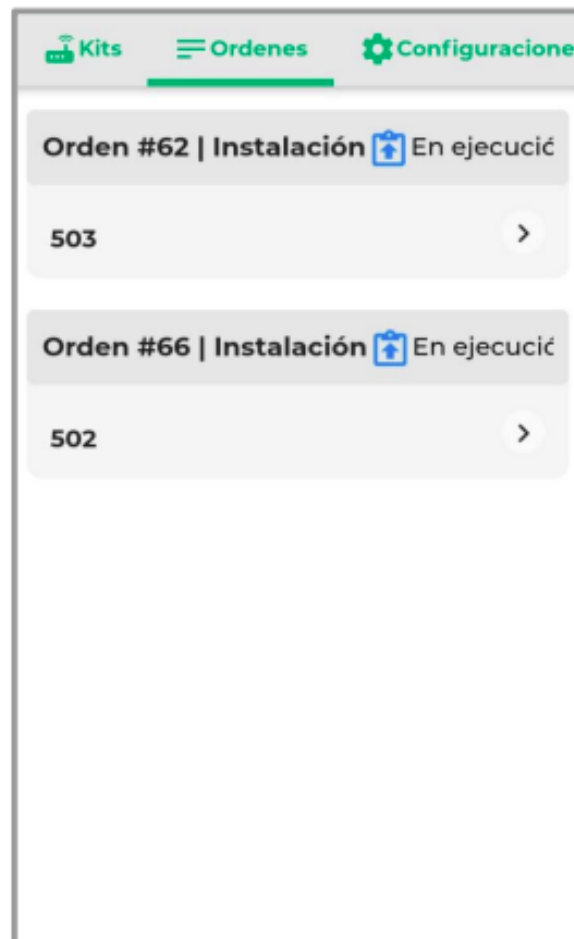


Figura 52: Aplicación de instalación, pestaña de órdenes

Es aquí donde podremos ver todas las órdenes que han sido generadas desde la plataforma, y dar inicio en este punto a la ejecución de las mismas. A pesar de ser una pantalla principalmente de ejecución, también nos brinda información sobre el estado en que se encuentran las órdenes, y cuales son los kits asociados a las mismas, pudiendo acceder también al listado de sensores que conforman el kit.

Al seleccionar la orden para dar inicio al proceso de instalación, la aplicación nos ofrecerá 2 modalidades para llevar adelante el proceso, Wizard o Listado de Instrucciones. La modalidad wizard es un paso a paso, es decir impone un orden secuencial, mientras que en listado podemos completar la información solicitada de manera aleatoria, pero ambas persiguen el mismo objetivo.

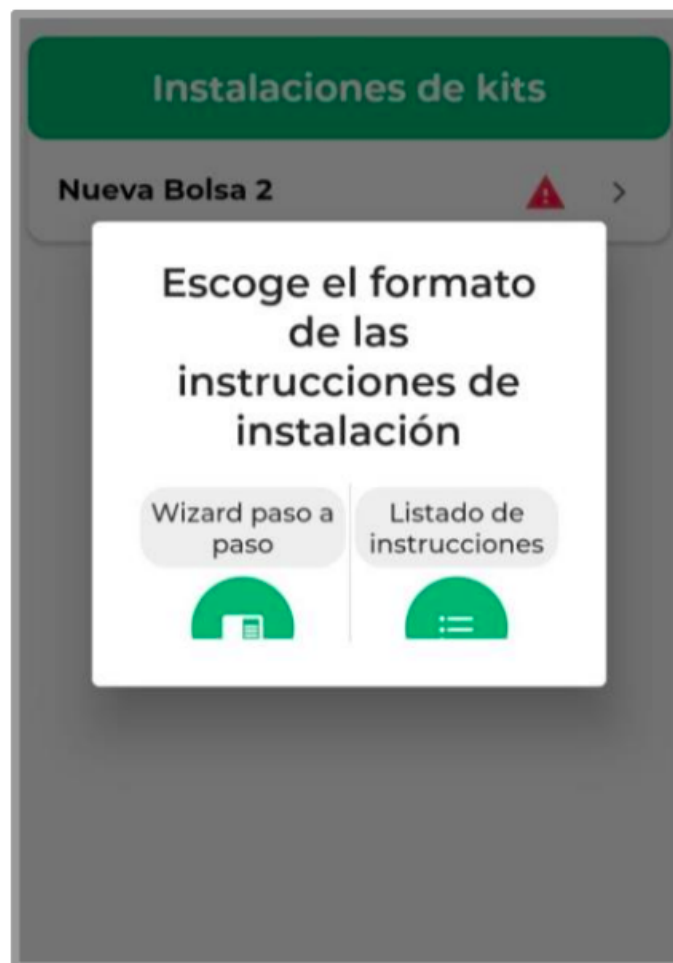


Figura 53: Aplicación de instalación, tipo de formato de instrucción

Una vez seleccionada la modalidad listado de instrucciones podremos de manera aleatoria comenzar a recorrer y completar lo indicado por la aplicación móvil. A continuación detallaremos una pantalla con la totalidad de los pasos a efectuar:

The image shows a mobile application interface for sensor installation. At the top, there is a green header bar with white text that reads: "Instalacion #62 - fecha: 2021-04-20" and "Bolsa: Nueva Bolsa 2". Below this header, there is a list of seven steps, each with a red warning triangle icon and a right-pointing arrow. The steps are: "Identificar Bolsa", "Marcar peso de la silobolsa", "Fotografía extremo inicial Bolsa", "Listado de Kits", "Distancia entre sensores", "Fotografía extremo final Bolsa", and "Confirmar instalacion".

Step	Warning Icon	Next Arrow
Identificar Bolsa	⚠	>
Marcar peso de la silobolsa	⚠	>
Fotografía extremo inicial Bolsa	⚠	>
Listado de Kits	⚠	>
Distancia entre sensores	⚠	>
Fotografía extremo final Bolsa	⚠	>
Confirmar instalacion	⚠	>

Figura 54: Aplicación de instalación, pasos de la sensorización

En el primer paso de identificación de la bolsa se constata de que el silo sobre la cual estamos trabajando sea el correcto, o bien se le asigna físicamente el nombre a la bolsa tomando como de acuerdo a lo detallado por la aplicación, luego de ello se validará y actualizará o no el tonelaje de la bolsa, cuando se creó la orden desde la plataforma web se hace con datos que otorga el cliente para la conformación de dicha orden, pero en este momento, el de la instalación, se validará por medio de la utilización de un odómetro, considerando que por cada metro el bolsón posee 3.1 toneladas y de ésta manera se arribará al tonelaje real y en caso de que sea diferente al declarado en la orden se tomará como válido el que se cargue en la aplicación móvil.

Luego de ello, en el paso siguiente, la aplicación va a solicitar una fotografía del extremo inicial del silo bolsa, en primer lugar la foto quedará registrada en la plataforma web, pero se utiliza también para tener una geolocalización de la misma, lo mismo sucederá con el extremo final, de ésta manera y con dicha información se podrán establecer métricas con respecto al posicionamiento de los sensores, es decir que una vez que los mismos estén en funcionamiento y comiencen a otorgar datos sobre la localización de cada uno de ellos, se podrá contrastar contra el dato del inicio y final del bolsón y en base a ello determinar si cada uno ha sufrido una modificación de su lugar original, de ser así se generará un evento por incidente, avisando que los sensores han sufrido modificaciones significativas con respecto a su posicionamiento original. Es decir que este paso tiene una doble finalidad, documentar por medio de una foto el estado del bolsón al momento de sensorizar y además tomar georeferencia de su localización para luego contrastarlo con el de los sensores.

En el paso siguiente se validará nuevamente el kit que se está utilizando, esto se debe a que se pueden tener órdenes para la sensorización de diversos silos bolsas y es de suma importancia que cada kit se implemente en el bolsón correspondiente, es decir que se respete lo indicado en la orden, ya que si de cara al futuro se genera un incidente, el equipo encargado del monitoreo le pasará al cliente información específica sobre el bolsón a controlar basándose en ésta información.

El paso indicado como “distancia entre sensores” es de gran importancia, ya que como se puede observar en la siguiente imagen:

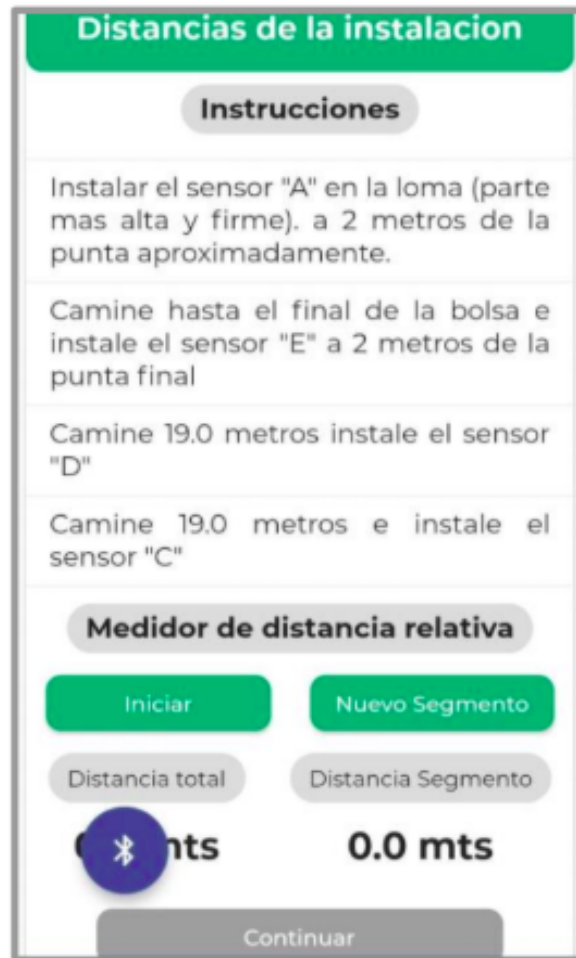


Figura 55: Aplicación de instalación, medidor de distancia.

Tendrá una doble funcionalidad, la primera está orientada al posicionamiento de los sensores en el bolsón, la aplicación va solicitar la longitud del mismo y en base a ello hará cálculos y determinará donde es conviene localizar cada uno de los sensores para asegurar un gran nivel de cobertura sobre el mismo, para ello tendrá un contador satelital de metros, el cuál nos servirá de referencia para la implementación de cada uno de ellos en el lugar correcto.

Una vez alojados los sensores en la bolsa, comenzará el proceso de activación por medio de la utilización del protocolo de bluetooth, en donde se deberá seleccionar el icono azul de bluetooth, para comenzar con la activación, como se expone a continuación:



Figura 56: Aplicación de instalación, activación de sensores.

Antes de comenzar el proceso de activación de sensores, debemos asegurarnos que el bluetooth de nuestro celular se encuentre activado. Una vez corroborado ésto, nos aproximamos a una distancia menor a los 10 metros y comenzamos a seleccionar de a uno los sensores para activarlos. Cuando el icono rojo de advertencia cambia por un tilde (check) verde, significará que el mismo ya se encuentra encendido. Una vez culminados todos los pasos seleccionaremos “Continuar” para avanzar con el proceso de instalación. Vale destacar que la opción de Continuar no se activará si los sensores no se encuentran todos activados.

El paso siguiente es la foto del extremo final del bolsón sobre la cuál ya se habló anteriormente, si todos los pasos están finalizados se podrá avanzar sobre una pantalla final de ésta pestaña que es la de confirmación final de la instalación:



The image shows a mobile application interface for confirming installation. At the top is a green header with the text "Confirmar Instalación". Below this is a white section containing a label "Fecha" followed by the date "2021-04-20". Underneath is a grey dropdown menu showing the number "503" and a downward arrow. Below the dropdown, the text "Haga click para confirmar que se completó la instalación" is displayed. At the bottom of this white section is a blue button with the text "Confirmar". The entire interface is set against a light grey background.

Figura 57: Aplicación de instalación, confirmación final

Si alguno de los pasos no se ha concretado correctamente, el botón de confirmación no se encontrará habilitado para seleccionarlo, esto asegura que la totalidad de pasos se hayan cumplido de acuerdo a lo solicitado en la orden. Caso contrario, se podrá avanzar con la finalización de la misma:



Figura 58: Aplicación de instalación, finalización de la orden

Una vez aprobada seleccionando la opción “Si” se generará una vista general de todas las órdenes existentes y el estatus de cada una de ellas:

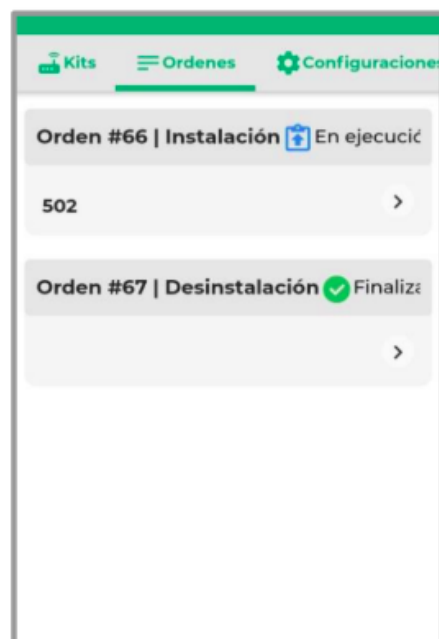


Figura 59: Aplicación de instalación, estatus de las órdenes

Por último, finalizadas todas las órdenes de trabajo, desde la pestaña de configuración se podrán sincronizar las mismas para que impacten sobre la plataforma web, es decir que una vez sincronizadas, dichas órdenes se convertirán en silos bolsas, lo cuales ya estarán activos y monitoreados desde las diferentes herramientas digitales.

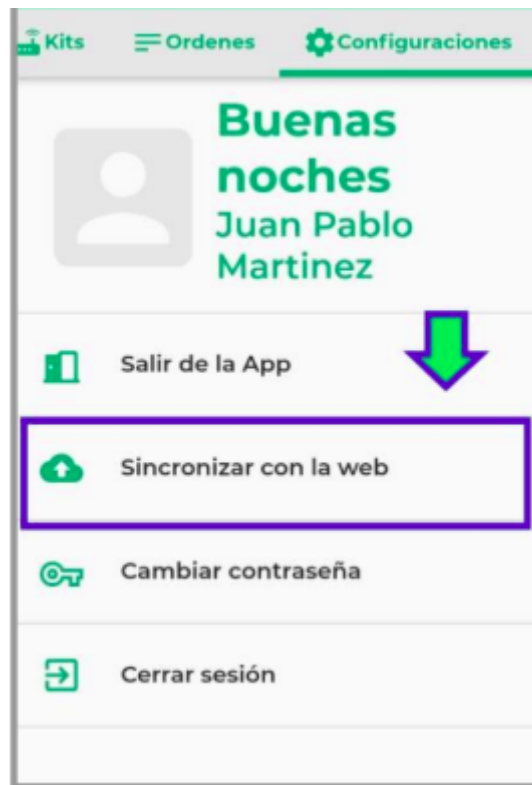


Figura 60: Aplicación de instalación, sincronización de órdenes.

Resulta importante aclarar que contando simplemente con red de datos en el celular las órdenes podrán se sincronizadas, pero considerando el ámbito de trabajo y que en muchas oportunidades no se cuenta con conectividad en zonas rurales al momento de sensorizar, éste procedimiento podrá quedar en espera de contar servicio de datos o bien de wifi y generar la sincronización en ese momento sin ningún tipo de problemas.

10.3.4 Aplicación móvil de negocios, orientada a clientes actuales o potenciales

La aplicación de negocios está pensada para que los clientes puedan llevar un control de los granos monitoreados y además de recibir notificaciones sobre eventos o incidencias que se presenten sobre los mismos.

Por medio de ésta herramienta además se podrá realizar la solicitud del servicio de parte de clientes de la casa o bien de potenciales nuevos clientes, ya que la misma puede ser descargada desde play store y generar escenarios de pruebas para comprender su funcionamiento y comenzar a divisar todos los beneficios que la misma puede otorgar desde el punto de vista del cliente.

Desde el lado de la organización, lógicamente representa un medio de contacto con clientes propios pero también con la posibilidad de poder captar nuevos clientes por medio de éste servicio diferencial, innovador, de bajo costo y disruptivo, con el objetivo de lograr aumentar el volumen de comercialización de granos en base a un servicio que si bien en primera instancia está orientado a una problemática de alto impacto como es la rotura de bolsones con la consecuente pérdida de la mercadería, desde el momento en que se puede asegurar el estado y la inmutabilidad de los granos en el bolsón, puede abrir la puerta a nuevos negocios en base a una metodología revolucionaria en el mercado, pero esto lo veremos en el punto siguiente.

Como se viene mencionando la aplicación de negocios tendrá un conjunto de pestañas, con una modalidad en diseño similar a la aplicación del instalación, en donde se quedará exhibida información y métricas de diferente naturaleza:

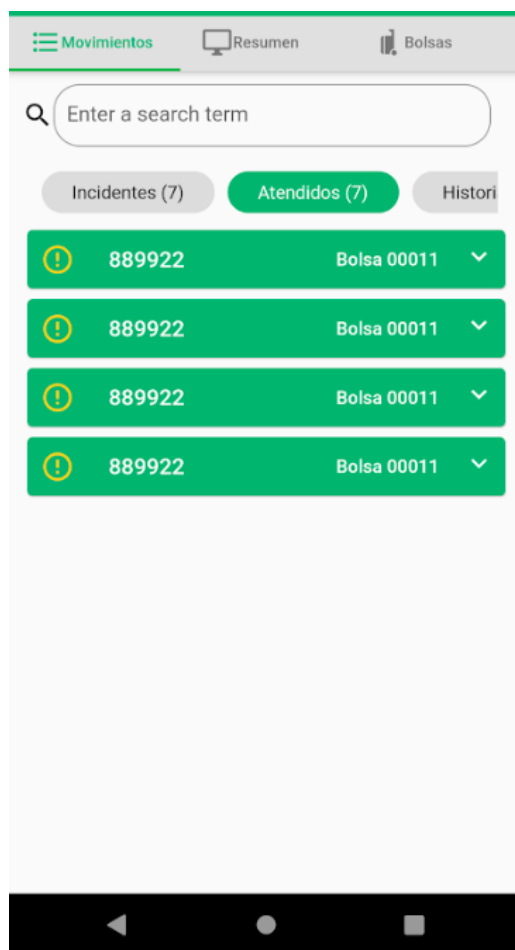


Figura 61: Aplicación de negocios, vista de notificaciones.

Como se puede observar la misma, además de tener un detalle de los incidentes que se han generado en las bolsas, los cuales estarán filtrados en sub pestañas de acuerdo a su estado.

La segunda pestaña diseñada es la de resumen, la cual está pensada como un espacio de métricas sobre los silos bolsas cargados en la aplicación, en donde se establecerá una diferenciación entre lo sensorizado y lo cargado en la misma pero que aún no ha sido sensorizado, permitiendo cargar silos bolsas para llevar un detalle de lo que posee en sus campos a pesar de que no estén bajo el monitoreo del servicio, si en algún momento de desea avanzar con la implementación de sensores lógicamente se deberán crear la órdenes de

instalación en la plataforma web y una vez ejecutadas dichos bolsones pasarán al entorno productivo:



Figura 62: Aplicación de negocio, resumen de bolsones.

En resumen ésta solución además de brindar información sobre la mercadería que está bajo el servicio de monitoreo también permite cargas bolsones sobre los cuales no está implementando el servicio, aquí aparece un principio de doble valor, desde la perspectiva del cliente, ya que como hemos mencionado puede realizar la carga de todos sus silos bolsas y llevar un control sobre los mismos e inclusive solicitar el servicio de monitoreo sobre los mismos cuando lo desee. Por el lado de la organización que ofrece el servicio de monitoreo, puede establecer estadísticas relativas al volumen de comercialización que tiene con el cliente, ya que en base a ello puede analizar que porcentaje de lo cargado en el sistema ha

comercializado por medio de nuestra empresa y cuánto lo vendió por medio de otra corredora de granos, lo que permitirá comenzar a diseñar estrategias comerciales para lograr aumentar el volumen de participación de ventas con el cliente.

La última pestaña está orientada específicamente a la información de las bolsas cargadas:

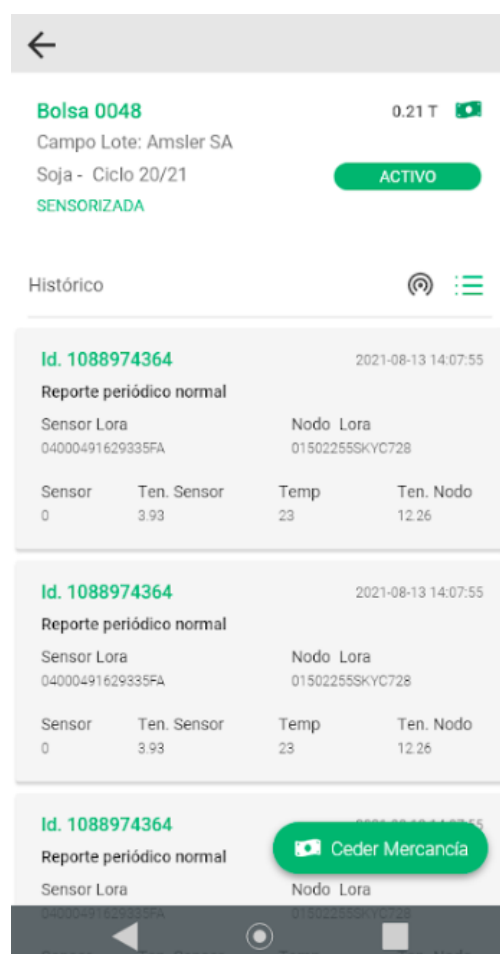


Figura 63: Aplicación de negocios, vista de bolsas

En la misma se podrá encontrar un detalle de los silos bolsas con un conjunto de datos orientados al contenido de los mismos, nombre del silo, tonelaje, si está sensorizado o no, y la campaña a la que pertenece dicha mercadería.

Por otro parte hay una sección destinada a un recorrido sobre el histórico de bolsones que han sido cargados por el cliente en la aplicación en cuestión, pero que ya no se encuentran en producción debido a que han sido comercializados pudiendo pertenecer a la campaña actual o bien a campañas anteriores.

11. El plus comercial del sistema de monitoreo, una puerta de ingreso a una manera disruptiva de hacer negocios

Como se ha detallado a lo largo del presente el objetivo primordial del sistema de monitoreo es asegurar la integridad de los silos bolsas y para ello es fundamental poder contar con información en tiempo real, que es lo distintivo del sistema, y si un incidente tuviera lugar en el silo bolsa generar las notificaciones necesarias, ya sea por llamada telefónica por diferentes medios, mensajes de texto o bien por medio de bots para que tanto el equipo de monitoreo y el cliente puedan advertir la situación en el menor tiempo posible y acudir al bolsón mitigando consecuencias a su mínima expresión..

Si bien el objetivo primordial de la presente intervención profesional está basado en una necesidad imperiosa sobre el ámbito de seguridad de los bolsones, no se puede ignorar la posibilidad de generar una gran oportunidad de negocio al tener un gran control en tiempo real sobre la vida de los bolsones, ya que por medio de éste sistema y gracias a su gran nivel de fiabilidad se abre la posibilidad de poder tomarlos como un activo en garantía para diferentes tipos de negocios, como por ejemplo que la compañía financie por medio de créditos a los clientes que posean implementado el servicio, garantizando que mientras el silo bolsa esté como garantía de un crédito otorgado a través de un contrato, nadie pueda tocar al mismo, es decir el sistema abre las puertas a un conjunto de nuevos negocios financieros y beneficios para quienes lo implementen y para la organización propietaria del sistema,

recordemos que la misma pertenece al mundo del agro y dicho sistema sería en primera instancia un servicio diferencial y exclusivo de la misma, es decir de uso exclusivo para sus clientes acopiadores y productores, con lo cuál esto además de presentar la oportunidad de generar una nueva manera de hacer negocios en el mundo del agro, puede ser un medio tecnológico que permita captar nuevos clientes y por ende potenciar el volumen de comercialización para la empresa, en base a lo que sería la evolución del comercio del grano, logrando poder vender los granos embolsados y aplicarlos como garantía en operaciones de crédito sin moverlos del campo del cliente.

Esto es posible gracias al sistema de monitoreo satelital del silo bolsa, que brinda respaldo de su existencia y genera alertas en tiempo real ante roturas de la bolsa o sustracción de los granos como se detallo a lo largo del presente trabajo.

En resumen el sistema ofrece a nivel general el conjunto de beneficios que se detallan a continuación:

- Seguridad y tranquilidad sobre la integridad de la mercadería, ya que se embolsa la producción, conservándola en el campo del cliente, y se controla desde el celular gracias al desarrollo tecnológico de monitoreo satelital, que brinda el respaldo de la existencia de la misma y genera alertas en tiempo real ante cualquier extracción de granos o rotura de bolsa.
- Acceso a mejores condiciones comerciales, generar condiciones comerciales diferenciales, al diferir la entrega. El sistema posibilita la captura de mejores precios y la toma de mejores decisiones comerciales, al brindar un mayor abanico de alternativas.
- Ahorro en costos de logística, permite decir la venta de los granos en el mejor momento del año y programar el envío de la mercadería fuera de la época de

cosecha. Es decir permite disociar el momento de la venta y cobro, respecto de la entrega.

- Acceso a mejores condiciones de financiamiento, utilizando la mercadería embolsada como garantía para ampliar las líneas de crédito y conseguir mejores tasas. Ya que brinda respaldo de la mercadería embolsada, reduciendo riesgos y costos asociados a las transacciones financieras.

Todos estos beneficios son producto de un sistema de monitoreo tan sólido como fiable y como si fuera poco de muy bajo costo, y además el claro ejemplo de cómo en base a un sistema tecnológico innovador, basado en aspectos de seguridad, puede traer aparejado grandes beneficios comerciales en base a un posicionamiento sobre una nueva forma innovadora de hacer negocios, potenciando el volumen en base a los clientes actuales y los potenciales que pueden tener origen en base a este nuevo servicio ofrecido.

A continuación, por medio de un gráfico se deja clarificado cómo sería un flujo de negocio de todo lo desarrollado en este apartado:



Figura 64: Flujo de negocio comercial utilizando el sistema de monitoreo

12. Conclusión Final

A lo largo del presente trabajo se ha logrado evidenciar y documentar lo que los silos bolsas representan para las economías regionales de nuestro país, dejando en evidencia que significan una solución estratégica clave para los productores agropecuarios Argentinos, especialmente en la producción de granos. Los mismos son una forma flexible, económica y eficiente de almacenamiento temporal en campo, con múltiples implicancias productivas, económicas y logísticas. Sin lugar a dudas ésta herramienta se torna estratégica ya que posibilita poder posicionarse de una manera estratégica frente a diferentes escenarios de contexto, ya sean económicos propios de nuestro país o bien de logística, logrando diferir los tiempos de comercialización en base a las necesidades imperantes.

En todo este proceso, hemos dejado en evidencia que el riesgo sobre los bolsones es una realidad latente para cualquier productor de nuestro país, ya sea por incidentes accidentales o bien intencionales, poniendo en juego el trabajo de toda una campaña de cosecha, afectando además a todo el entorno laboral que gira en base a dicha producción y también a las cosechas siguientes, ya que la mercadería actual es la base económica y crediticia de las futuras campañas.

Es aquí en donde los avances tecnológico como el que se ha desarrollado a lo largo del presente trabajo, comienzan a jugar un rol fundamental y estratégico en el sector agrícola de nuestro país, generando un abanico de aportes fundamentales para lograr subsistir tanto a contextos de seguridad como económicos propios de nuestro entorno, en donde gracias a un sistema de monitoreo como el desarrollado se puede asegurar la integridad de todo un año de arduo trabajo, pero además se puede dar origen a nuevos paradigmas comerciales que potencien el nivel de eficiencia y el crecimiento de las organizaciones basado en evoluciones tecnológicas, inclusive en zonas en donde hace apenas unos años eran complejo llegar, y si ello era logable los costos la tornaban inviables.

El sistema de monitoreo satelital es una clara muestra de la evolución en nuestra zona, basada en la formación y evolución de servicios gestados en nuestro país, otorgando un valor incommensurable para todos los motores productivos de nuestro territorio en general, no sólo para el campo, también posibilitando proyectos que están a la altura de todas aquellas empresas que apuestan e invierten en dicho ámbito, entendiendo que el retorno de la inversión está a la vuelta de la esquina, considerando que de la mano de la misma, se puede generar una evolución del negocio en un entorno que no sólo permita estar a la altura del contexto nacional sino también internacional, con todo lo que ello significa.

En un país como el nuestro de donde, vivimos expuestos a contextos internacionales que nos afectan fuertemente, y con permanentes realidades tan desafiantes como cambiantes, sin dudas debemos utilizar a la tecnología como una aliada estratégica, basada en los profesionales de nuestro país al servicio de la misma, generando desarrollos y servicios de gran calidad, exponiendo el nivel de capital humano con el que cuenta nuestro país, como ha quedado evidenciado a lo largo de nuestra historia, nuestros grandes talentos, serán sin dudas los actores principales y artífices de avances que posibiliten una mejora sostenida en el tiempo, tanto para el ámbito público como privado de nuestro país.

Para finalizar no quiero dejar de destacar que la evolución en cualquier de las esferas de nuestro país, fue, es y será sustentada por nuestro sistema educativo, generador de eximios profesionales, sin duda actores directos de las épocas más constructivas y florecientes de nuestro país, en base a ello debemos entender a la evolución tecnológica siempre como un medio para dichos profesionales, pero jamás como un fin en sí misma, siempre los alcances y logros tecnológicos serán un medio para nuestra sociedad, pero el eje fundamental será siempre la creatividad y el compromiso de quienes generen procesos evolutivos sustentados por herramientas tecnológicas, y en este aspecto nuestro sistema educativo tendrá continuamente un rol fundamental, apalancado en procesos de formación inclusiva, que

posibilite tornar a la tecnología como un medio de construcción y superación que favorezca los procesos de desarrollo de todos los sectores de nuestra sociedad, motivo por el cual cuanto más protegida y respaldada se encuentre la educación pública y gratuita, más cerca estaremos de una sociedad igualitaria con equidad de oportunidades, las cuales decantaran en en sólidas y prometedoras aperturas de desarrollo, con matices de pluralidad en lo que refiere a las oportunidades individuales, de manera tal que nos permitan crecer como sociedad, sustentados evoluciones tecnológicas pero por sobre todo con principios y valores humanos insoslayables.

13. Bibliografía

- Aishwarya, G., & Sujatha, R. (2017). Analytical study of dedicated networks for IoT using LoRaWAN technologies. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(12), 2395–2399.
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. (2016). A study of LoRa: Long range & low power networks for the Internet of Things. *Sensors*, 16(9), 1466.
<https://doi.org/10.3390/s16091466>
- Barri, F., & Wahren, J. (2010). El modelo sojero de desarrollo en la Argentina: tensiones y conflictos en la era del neocolonialismo de los agronegocios y el cientificismo-tecnológico. *Realidad Económica*, (255), 43–65.
- Bud, R., & Cozzens, S. E. (Eds.). (1992). *Invisible connections: Instruments, institutions, and science*. SPIE Optical Engineering Press.
- “Este año ya destruyeron 57 silobolsas que almacenaban granos por 4 millones/dólares”. (2020, 29 de junio). *Revista AgroLatam*.
<https://www.agrolatam.com/nota/41559-este-ano-ya-destruyeron-57-silobolsas-que-al-macenaban-granos-por-4-mill-dol/>
- “El caso de la rotura de silobolsas en la Argentina, explicado”. (2020, 13 de julio). *Filo.news*.
<https://www.filo.news/El-caso-de-la-rotura-de-silobolsas-en-la-Argentina-explicado-t202007080004.html>
- Harold, E. R., & Means, W. S. (2004). *XML in a nutshell* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Harvey, D. (2012). *El enigma del capital y las crisis del capitalismo* (M. Arroyo, Trad.). Akal.

- Hurtado, D. (2024). La ciencia y la tecnología en Argentina en los 40 años de democracia. *Ciencia, Tecnología y Política*, 7(12), 110. <https://doi.org/10.24215/26183188e110>
- Jasanoff, S. (2016). *The ethics of invention: Technology and the human future*. W. W. Norton & Company.
- Miller, M. (2015). *Bluetooth revealed: The insider's guide to an open specification for global wireless communications*. Pearson Education.
- Origlia, G. (2023, 8 de marzo). Le rompieron 51 silobolsas a una cooperativa del campo y es el mayor ataque registrado en el país. *La Nación*.
<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/le-rompieron-51-silobolsas-a-una-cooperativa-del-campo-y-es-el-mayor-ataque-registrado-en-el-pais-nid08032023/>
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza* (N. Ruiz, Trad.). Siglo XXI Editores. (Trabajo original publicado en 2002)
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, (3), 15–36.
- Sauter, M. (2021). *From GSM to LTE-advanced pro and 5G: An introduction to mobile networks and mobile broadband* (4th ed.). Wiley.
- Sornin, N., Luis, M., Eirich, T., Kramp, T., & Hersent, O. (2015). *LoRaWAN Specification*. LoRa Alliance. https://loro-alliance.org/resource_hub/lorawan-specification-v1-0/
- “Volvieron las roturas de silobolsas”. (2022, 2 de mayo). *Revista Chacra*.
<http://www.cra.org.ar/1//buscar/index.vnc?q=silobolsas>