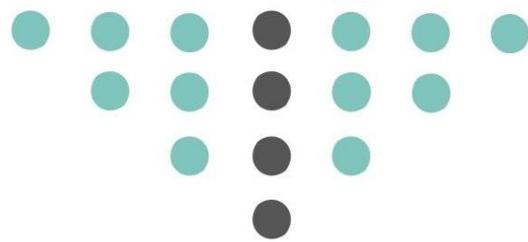


mininsight



Contenido

1 – Resumen Ejecutivo	5
1.1 – ¿Qué es Mininsight?	5
1.2 – ¿Qué nos diferencia de los competidores?	5
1.3 – ¿Cuáles son las fuentes de ingresos?	5
1.4 – ¿Cuál es la inversión a realizar?	6
1.5 – ¿Cuándo se llegará al punto muerto?	6
1.6 – ¿Cuál es nuestro plan de expansión?	6
1.7 – ¿Cuáles son los próximos pasos?	6
1.8 – ¿Cuáles son las bondades del equipo?	6
2 – Introducción	7
2.1 – Misión, visión y valores	7
2.2 – La minería en la era de los datos	8
2.3 – Equipo	10
3 – Definición del Problema y Solución Adecuada	12
3.1 – El problema de la indisponibilidad en la industria minera	12
3.2 – Historia de cliente	16
3.3 – Mapa de empatía	17
3.4 - ¿Qué ofrece la competencia?	18
3.5 - ¿Cómo nos diferenciamos?	21
3.6 – ¿Dónde nos situamos?	21
Fortalezas	22
Debilidades	23
Oportunidades	24
Amenazas	25
3.7 – Factores claves de éxito	25
3.8 – Solución planteada	26
4 – Modelo de Negocio	27
4.1 – Canvas	27
4.1.1 – Segmento de cliente	27
4.1.2 – Propuesta de valor	27
4.1.3 – Canales	28
4.1.4 – Relación con el cliente	28
4.1.5 – Recursos claves	28

4.1.6 – Actividades clave	29
4.1.7 – Costes	30
4.1.8 – Ingresos	31
5 – Definición de la organización del caso de uso	31
5.1 - Procesos operativos	34
5.1.1 - Entendimiento del negocio	34
5.1.2 - Comprensión de los datos	34
5.1.3 - Preparación de los datos	36
5.1.4 - Modelado	36
5.1.5 - Evaluación	37
5.1.6 - Automatización	38
5.1.7 - Despliegue de la solución	38
5.1.8 - Soporte de la solución	39
5.2 - Procesos comerciales y de marketing	39
5.2.1 - Identificación de clientes	39
5.2.2 - Desarrollo de clientes	40
5.2.3 - Acuerdo comercial	40
5.2.4 - Mantenimiento de clientes	41
5.3 - Procesos económico-financieros	41
5.3.1 - Preparación y presentación de presupuestos	41
5.3.2 - Control económico-financiero	42
5.3.3 - Financiación	42
5.4 - Procesos de IT	42
5.4.1 - Conexión y mantenimiento de APIs	42
5.4.2 - Construcción y mantenimiento de bases de datos	42
5.4.3 - Almacenamiento y flujos de datos	42
5.4.4 - Seguridad	43
6 – Solución	43
6.1 – Solución integral	43
6.2 – Módulos de la solución	44
6.2.1 – Módulo A - Cuadro de Mandos Integral	44
6.2.2 – Módulo B - Evaluación del Desgaste	45
6.2.3 – Módulo C - Evaluación de Anomalías	46
6.2.4 – Módulo D - Actuación y Prescripción	47

6.3 – Integración con los procesos de negocio del cliente y resultado esperado	48
6.4 – Arquitectura de la solución	49
6.4.1 – Fuentes y tipos de datos	50
6.4.2 – Plataforma tecnológica	57
6.4.2.1. Adquisición de datos	60
6.4.2.2. Procesamiento de datos	61
6.4.2.3. Almacenamiento de datos	63
6.4.2.4. Transformación e integración de datos	64
6.4.2.5. Análisis y modelado de datos	64
6.4.3 – Modelos de Análisis	65
6.4.3.1. Módulo B – Evaluación del Desgaste: modelo de regresión logística	66
6.4.3.2. Módulo C – Evaluación de Anomalías: modelo ARIMA	66
6.4.3.3. Módulo D – Actuación y Prescripción: Next Best Maintenance Activity	68
6.4.4 – Sistemas de Visualización	71
6 – Planes Operativos	75
6.1 – Plan de Marketing	75
6.1.1 – Tamaño del sector en España	75
6.1.2 – Tamaño del sector en Iberoamérica	78
6.1.3 – Descripción del cliente objetivo	80
6.1.4 – Canales de acceso al cliente objetivo	80
6.1.5 – Logotipo e imagen de marca	82
6.2 – Plan de Implantación y Expansión	82
6.2.1 – Primeros pasos 2018: implantación en MATSA.	82
6.2.2 – Primer y segundo año: expansión nacional, prospección internacional.	83
6.2.3 – Tercer año: expansión internacional.	83
7 – Estudio Económico-Financiero	84
7.1 – Gastos iniciales de establecimiento	84
7.2 – Ingresos esperados	85
7.3 – Costes esperados	86
7.4 – Cuenta de pérdidas y ganancias	88
7.5 – Análisis financiero	91
8 – Conclusiones	94
Anexo I – Informe de replanteo en campo	96

1 – Resumen Ejecutivo

1.1 – ¿Qué es Mininsight?

Mininsight es un suite de **soluciones de gestión de activos** que ayuda a los **propietarios de explotaciones** mineras que quieren **implantar mantenimiento predictivo** en los equipos críticos de extracción para **aumentar su disponibilidad** y **reducir los costes de mantenimiento reactivo**. A diferencia de otras soluciones parciales, Mininsight integra los sistemas existentes y se adapta al grado de madurez tecnológica de la mina.

Mininsight se enfoca en uno de los sectores con mayor inversión en capital fijo y maquinaria, el sector minero, y ataca una de las causas principales de merma en las cuentas de resultado de las minas, los costes asociados a la indisponibilidad de los equipos de extracción. Mediante la construcción de un plan de mantenimiento predictivo basado en el estado real de los equipos, Mininsight reduce el mantenimiento reactivo, causado por fallos y averías e impredecible, y aumenta la disponibilidad total de los equipos.

Nuestra solución se divide en cuatro módulos diferenciados en función del grado de madurez tecnológica del cliente e integra los sistemas y plataformas de recogida de datos existentes. Aunque el objetivo final es la construcción de un plan de mantenimiento predictivo para cada equipo, cada uno de los módulos ofrece un valor en sí mismo para la mina, pasando de la visualización de datos en tiempo real a la detección temprana de desgaste y anomalías, hasta llegar al plan de mantenimiento predictivo. El valor está siempre en ofrecer información accionable que permita atacar los fallos y averías antes que se produzca y aumentar así la disponibilidad de los equipos.

1.2 – ¿Qué nos diferencia de los competidores?

A diferencia de las soluciones ofrecidas por los fabricantes de los equipos y exclusiva para dichos equipos, nuestra solución es independiente del fabricante y pretende integrar datos procedentes de distintos equipos y sistemas de forma flexible. A diferencia de las soluciones genéricas ofrecidas por otras empresas tecnológicas, nuestra solución está especializada en las necesidades y problemas del sector minero, adaptándose a la situación específica de la mina.

1.3 – ¿Cuáles son las fuentes de ingresos?

La principal fuente de ingresos es el pago mensual por el uso de nuestra solución (SaaS). Nuestra solución incluye una serie de informes, distintos en función del módulo en que nos encontremos, que de forma sencilla muestra el estado de los equipos, su situación futura y el mantenimiento adecuado para evitar fallos y averías que menoscaben la productividad de la mina. Estos informes son el resultado de la aplicación de modelos predictivos a los datos procedentes de los distintos sistemas de la mina. Además, un servicio de alertas personalizado avisará al responsable de mantenimiento cuando alguna actividad deba llevarse a cabo para evitar la indisponibilidad de un equipo crítico.

El precio de nuestro servicio variará en función del número de equipos monitorizado, el tamaño de la mina y los informes adicionales requeridos por el cliente.

1.4 – ¿Cuál es la inversión a realizar?

El proyecto es económicamente atractivo, ya que es rentable incluso en los escenarios menos optimistas, y será factible siempre y cuando podamos acceder a fuentes de financiación.

Se necesitan 115.000 euros para gastos de establecimiento, constitución, explotación y desarrollo del producto mínimo viable, así como entre 125.000 y 300.000 euros adicionales en función de las ventas esperadas para disponer de suficientes fondos de maniobra y así hacer frente a necesidades de caja operativa en los primeros años. Para la primera cantidad haremos uso de préstamo bancario para creación de empresas, y para el resto acudiremos a fuentes de financiación pública y privada, así como a fondos aportados por los fundadores.

1.5 – ¿Cuándo se llegará al punto muerto?

En el año 2020 se llegará al umbral de rentabilidad, con un total de 2 clientes por tipo de ingreso (2 SaaS, 2 MaaS) y una facturación de 30.000 euros mensuales, según un escenario optimista de nuestro análisis financiero. El resto de escenarios también alcanzan una rentabilidad positiva.

1.6 – ¿Cuál es nuestro plan de expansión?

Nuestro plan de expansión contempla la el mercado nacional durante los dos primeros años, centrándonos en las minas de extracción metálica y especialmente en las de cobre, que tienen un ratio de rentabilidad muy superior al de otros minerales. Durante el primer y el segundo año desarrollaremos casos de éxito que permitan asociarnos con algunos de los principales actores a nivel global, replicando estos casos a partir del tercer año en Latinoamérica, y especialmente en Chile, Perú y México, tres de los mayores productores de cobre a nivel global. La alianza con grandes propietarios en España nos permitirá implantar nuestra solución en minas participadas por ellos mismos.

1.7 – ¿Cuáles son los próximos pasos?

A partir de Septiembre de 2018, comenzaremos con la implantación de nuestra solución en una de las principales minas de cobre de Europa, Aguas Teñidas, propiedad de. Esta implantación estará lista en Diciembre de 2018 y nos permitirá ofrecer un caso de éxito claro al resto de empresas del sector.

1.8 – ¿Cuáles son las bondades del equipo?

Mininsight está compuesto por un equipo joven de siete personas con amplia experiencia en el mundo de la minería, la analítica, modelado y visualización de datos, el diseño y gestión de software y la construcción y desarrollo de clientes. Estos perfiles nos ofrecen, por un lado, una amplia visión de los problemas y necesidades del sector minero, y por otro lado, un gran conocimiento de las distintas herramientas y soluciones para gestión, analítica y modelado de datos.

El tamaño reducido de Mininsight se traduce en una flexibilidad única para adaptarse a las necesidades y requerimientos del cliente, desarrollando siempre la solución más adecuada para cumplir con los requisitos de negocio.

2 – Introducción

2.1 – Misión, visión y valores

Misión

Mininsight nace para aumentar la eficiencia y rentabilidad del sector minero incrementando la disponibilidad de los principales equipos de operación mediante la implementación del mantenimiento predictivo.

Visión

Actualmente, las compañías mineras tienen como objetivo fundamental mejorar la eficiencia de las explotaciones existentes, reduciendo el uso de los recursos destinados a la extracción de la materia prima y la huella ambiental de su actividad. El coste ambiental, social y económico de la actividad minera es alto, y la exigencia pasa por mejorar la eficiencia de las explotaciones existentes en lugar de prospectar nuevos yacimientos.

El uso adecuado de la información procedente de las distintas actividades mineras resulta fundamental para maximizar la eficiencia. El proceso de digitalización y datificación propiciado por el desarrollo de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, permiten una gestión de la mina basada en datos y enfocada a la mejora de la eficiencia y la reducción de los recursos necesarios para el proceso de extracción.

La alta indisponibilidad de los equipos de extracción minera es la principal causa de costes y baja eficiencia. Resulta clave atacar el problema desde la perspectiva de los datos y la información. La construcción de modelos de mantenimiento predictivo útiles para mejorar la eficiencia de los equipos de operación y la mina, conduce el trabajo de Mininsight.

Valores

- **Enfoque en la reducción de costes y el aumento de la eficiencia:** la transformación digital experimentada en los últimos años por el sector minero tiene como objetivo aumentar la eficiencia de la mina y reducir los costes de operación. Mininsight se enfoca en estos mismos objetivos y entiende que el análisis de datos y la aplicación de modelos predictivos debe ir siempre dirigido hacia esta meta de negocio.
- **Adaptación al cliente:** Mininsight busca adaptarse al grado de madurez digital y las necesidades del cliente. Cada compañía minera tiene unas circunstancias particulares y un grado de madurez digital distinto, de ahí que busquemos siempre la comprensión de las necesidades de cada mina y el desarrollo de soluciones de mantenimiento predictivo a medida.
- **Crecimiento con el cliente:** las necesidades del cliente y su grado de madurez digital varían con el tiempo. Mininsight monitoriza el crecimiento del cliente para adaptarse siempre al siguiente nivel y continuar siendo de utilidad.
- **Conocimiento profundo de las necesidades del sector minero:** el sector minero tiene unos problemas y necesidades específicas que deben ser conocidos en profundidad para el desarrollo de soluciones de mantenimiento predictivo adecuadas. Mininsight se centra en soluciones para el sector minero.
- **Integración:** cada mina utiliza diferentes sistemas de recogida y gestión de datos en cada una de las fases del procedimiento de extracción. Mininsight no sustituye estas

herramientas, sino que las integra en una plataforma de análisis única para ofrecer una visión de conjunto a los encargados de la toma de decisiones, facilitando la gestión de la información y el proceso de toma de decisiones.

- **Independencia:** Mininsight es independiente de los sistemas de recogida y gestión de datos existentes. Mininsight no es prescriptor de ninguno de ellos y se adapta a los mismos.
- **Flexibilidad:** Mininsight es una startup nativa digital, nacida para ayudar a las compañías mineras a transformar sus datos en información relevante para la toma de decisiones. Su reducida escala le permite integrarse con el cliente y entender sus problemas para resolverlos desde dentro, con una perspectiva innovadora y centrada en el uso de los datos y la aplicación de modelos.

2.2 – La minería en la era de los datos

Tras años de reducción de costes, las compañías mineras están próximas a alcanzar la ley de rendimientos decrecientes. A pesar de ello las mejoras en la eficiencia continúan resultando fundamentales. En la última década, los precios de las materias primas minerales han alcanzado tanto máximos y mínimos históricos, las compañías mineras se han embarcado en importantes procesos de adquisición y consolidación de su cuota de mercado y la realidad operativa del sector ha virado hacia la revolución digital. La mayoría de las empresas han comprendido el peligro inherente a aumentar los gastos por si el ciclo vuelve a cambiar, y los inversores continúan buscando nuevos caminos para mejorar la productividad.

La exigencia de los inversores y la sociedad por mejorar la eficiencia y productividad de los yacimientos existentes en lugar de descubrir y explotar nuevas explotaciones ha permitido la permeabilización de la tecnología en las actividades diarias. El objetivo actual del sector es mejorar la eficiencia y productividad de las explotaciones existentes, pero sólo puede lograrse a través de la innovación y la digitalización. Con este mantra, similar al de sectores más avanzados digitalmente, las operaciones mineras afrontan una nueva fase disruptiva claramente orquestada por la irrupción de lo digital.

En los últimos años, las compañías mineras han pasado de una fase en las que se las juzgaba y medía por cómo de bien extraían sus recursos a una fase en la que se las mide por cómo de bien utiliza la información existente para optimizar la producción, reducir los costes, incrementar la eficiencia y mejorar la seguridad de los trabajadores. En definitiva, los datos y la capacidad de las compañías para organizarlos, gestionarlos y procesarlos adecuadamente se está convirtiendo rápidamente en una ventaja competitiva y en un valor diferencial que podría dar lugar a nuevos modelos de negocio.

Las compañías reconocieron pronto la capacidad de las soluciones digitales para reducir problemas específicos en las áreas de ejecución, procesos, estructura y diseño. Ahora, sin embargo, **resulta bastante claro que el éxito futuro de las compañías mineras en el nuevo paradigma digital no pasa tanto por la adopción de las últimas aplicaciones y tecnologías, sino por la integración de las mismas y la permeabilización de la cultura digital dentro de la propia estrategia de negocio y de los procesos de toma de decisiones.** Para tener éxito en este empeño, los líderes del sector ya están dibujando una visión clara de cómo va a ser la mina del futuro, y cómo va a transformar todos los procesos de extracción y producción, los flujos de información y la gestión de la explotación.

Los primeros pasos en el proceso de transición hacia esa futura mina digital ya se han dado con la transformación de los procesos de extracción y producción. El objetivo fundamental es automatizar operaciones físicas y digitalizar equipos de operación. Esta iniciativa, tomada por los líderes del sector minero, incluye la adopción de vehículos autónomos, drones, impresoras 3D y otras tecnologías, todas operadas a través de redes conectadas que utilizan sensores e IoT para capturar datos en tiempo real.

Sin embargo, el valor real viene al transformar los datos procedentes de esta iniciativa en información. Para lograrlo, las compañías mineras deben replantearse cómo se genera y procesa información en la mina. Este paso implica el **uso de herramientas integradas de análisis basadas en datos que optimicen los procesos, desde la fase de extracción hasta el cliente final**. El objetivo es crear un sistema nervioso digital que consiga integrar todos los datos a través de la cadena de valor de la mina, con diferentes horizontes temporales y niveles de acceso para mejorar la planificación, el control y el proceso de toma de decisiones.

El análisis de datos históricos permitirá identificar tendencias, problemas y oportunidades de progreso. Al mismo tiempo, los procesos mineros confiarán cada vez más en los datos en tiempo real derivados del uso de los equipos para subrayar los factores de variabilidad de los procesos y mejorar operaciones sencillas. El acceso a más y mejores datos a través de toda la cadena de valor minera permitirá la actualización más frecuente de los planes operativos, de mantenimiento y financieros, acortando la duración de los mismos y ajustándolos a la realidad de la explotación. Además, el análisis histórico ofrecerá información adecuada para mejorar este proceso de planificación y predecir la situación futura de forma más precisa. Un gobierno adecuado de los datos será fundamental en esta transformación, así como una orientación integral y analítica, enfocada en la elaboración de informes comprensibles en distintos niveles de la compañía.

La mayoría de las compañías mineras ya son plenamente conscientes del valor de recoger datos procedentes de equipos de operación y procesos específicos. Sin embargo, aún no se ha dado el paso de navegar en esos datos y obtener información valiosa para la toma de decisiones operativas en áreas como el mantenimiento, la seguridad, el cumplimiento de la planificación, los movimientos de flotas y la gestión de recursos. Para adquirir este nivel de conocimiento, las compañías mineras deberán ir más allá de la automatización de ciertos procesos y construir un sistema nervioso digital integrado que soporte a todos los departamentos y operaciones.

La construcción de un sistema nervioso digital no es generalmente una proposición de todo o nada. Las compañías mineras han empezado invirtiendo en mejorar las herramientas de visualización, integrar datos de diferentes fuentes y reducir la confianza en sistemas fragmentados para permitir un análisis adecuado de los datos. La captura de datos en tiempo real procedentes de sensores puede ayudar a identificar las variaciones en los procesos y permitir mejoras en los procesos operativos, reduciendo los ciclos de planificación. Las herramientas de inteligencia artificial basadas en estos sistemas mejorarán la planificación, integrando las piezas de la cadena de valor y ayudando a predecir los resultados futuros. Cada paso de este proceso de digitalización y datificación debe basarse en una plataforma de datos integrada y soportada por científicos de datos y analistas. Aunque el sistema nervioso digital

pueda construirse paso a paso, es importante trabajar en base a un plan que asegure que se alcanzan los objetivos y cada pieza se integra correctamente.

Actualmente, la mayoría de las compañías mineras sólo utilizan una parte de los datos que capturan a través de sus sistemas operativos. El potencial de los datos en tiempo real capturados a través de sensores y el uso de la inteligencia artificial supondrán importantes mejoras en la productividad operativa, el mantenimiento de los equipos de operación y la seguridad de los empleados. Sin embargo, para alcanzar este nivel habrá que integrar diferentes sistemas de recogida de datos y alcanzar la excelencia en el uso de herramientas analíticas dentro de la mina.

La visión de la mina del futuro está fundada en las capacidades ya existentes y aplicadas en otras compañías de recursos y energía, aunque ninguna organización está aún lográndolo de una forma tan integrada. Las compañías mineras que ya han abrazado este ideal ven beneficios no sólo en el aumento de la productividad (entre un 10 y un 20%), sino también en la mejora de la relación con los trabajadores, los inversores, los poderes públicos y, en definitiva, todas las partes interesadas.

2.3 – Equipo

Antonio Domínguez – Director General

Graduado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas por la Universidad Pablo de Olavide. Especializado en la gestión de proyectos relacionados con la mejora de la inteligencia de negocio y la creación de valor a través del uso adecuado de la información. Actualmente trabaja como analista de negocio en Quintas Energy, líder mundial en la gestión de plantas fotovoltaicas. Encargado de la revisión de la integridad, calidad y consistencia de los datos recibidos a través de los sistemas de la empresa. Encargado del desarrollo y gestión de sistema de informes interactivos para los clientes. Encargado del desarrollo, implantación y distribución de herramientas de gestión basadas en datos.



José Ignacio Peñil – Director de Operaciones Área de Operaciones

Ingeniero Superior Informático por la Universidad de Gales y MBA por la EOI. Especialista en e-Business por la EOI. Amplia experiencia en consultoría de negocio en diferentes compañías (Everis, Endesa, LKS...), además de experiencia internacional como Director de Marketing en empresa relacionada con la lengua inglesa. Actualmente y desde hace 4 años es Administrador de Sistemas y Responsable de Datos en la Dirección de Operaciones en MATSA, Mina de Aguas Teñidas, empresa que es un joint venture de Trafigura y Mubadala. Cuenta con gran experiencia en minería y

tecnología trabajando de forma diaria con clientes y proveedores a nivel internacional.

Juan Cornejo – Director Financiero
Área Económica-Financiera

Ingeniero Superior en Telecomunicación por la Universidad de Sevilla, y cursó MBA en el I.I. San Telmo. Con más de 10 años de experiencia, ha desarrollado su carrera en el mundo de las TIC, en concreto en departamentos de Oferta y Ventas de Soluciones de Automatización, Comunicaciones y Control de plantas en clientes en sectores Energía, Transporte, Oil&Gas, Aguas, Infraestructuras y Administraciones. Actualmente es Director del Departamento de Ofertas de la Unidad de Negocio de Software de Schneider Electric, realizando la gestión integral de las propuestas Técnico-Financiera a los clientes.



Isabel Martín – Directora de Marketing
Área Comercial

Licenciada en Publicidad y Relaciones Públicas por la Universidad de Sevilla, Máster en Dirección Comercial y Marketing por ESIC. Ha desarrollado su carrera como responsable de Marketing en diferentes empresas de los sectores Industrial, Retail y Construcción. Especializada en la realización de proyectos de marketing digital y en la implementación transversal de la cultura del dato en organizaciones. Actualmente es Responsable de Marketing de Clínicas Dental Company encargándose de la implementación de campañas promocionales y de marca para una red de más de 76 centros de especialidades Odontológicas en toda España.

María Serrano – Directora de Expansión
Área Comercial

Licenciada en Ciencias del Trabajo por la Universidad Oberta de Catalunya, MBA en Cámara Comercio Córdoba y Diplomatura en Relaciones Laborales por la Universidad de Córdoba. Más de 20 años de experiencia en Dirección Comercial. Con la gestión de equipos de trabajo de diferentes perfiles para la consecución de objetivos de producción. Negociación con directivos de grandes cuentas. Amplia experiencia en los sectores de Empresas de Trabajo Temporal, Outsourcing y Sector de Seguros. Liderando y organizando en los departamentos de ventas y atención a clientes.





**Luis Manuel Ortigosa – Director de Sistemas
Área de Operaciones**

Ingeniero técnico en Informática de Gestión por la Universidad de Málaga. Máster Gestión Tecnologías de la Información y Comunicación por la Universidad de Sevilla. Certificación ITIL y Máster Élite JAVA-STRUTS-J2ME-ORACLE 10g-XML. Más de 15 años de experiencia en la planificación, gestión y ejecución de proyectos de innovación tecnológica en el ámbito de la formación. Actualmente responsable de proyectos tic e innovación tecnológica en Fundación Proyecto y Salud, Línea IAVANTE, liderando nueva línea de negocio sobre análisis y visualización avanzada de datos y big data aplicado a salud y formación sanitaria.

**Victor Arroba – Data Scientist
Área de Operaciones**

Analista económico por la Universidad Pablo de Olavide.

Ha orientado su carrera profesional hacia el estudio de los datos, trabajando actualmente como encargado del área analítica en el e-Commerce: Soccer Factory, empresa líder en el sector retail español, orientada al fútbol.



3 – Definición del Problema y Solución Adecuada

3.1 – El problema de la indisponibilidad en la industria minera

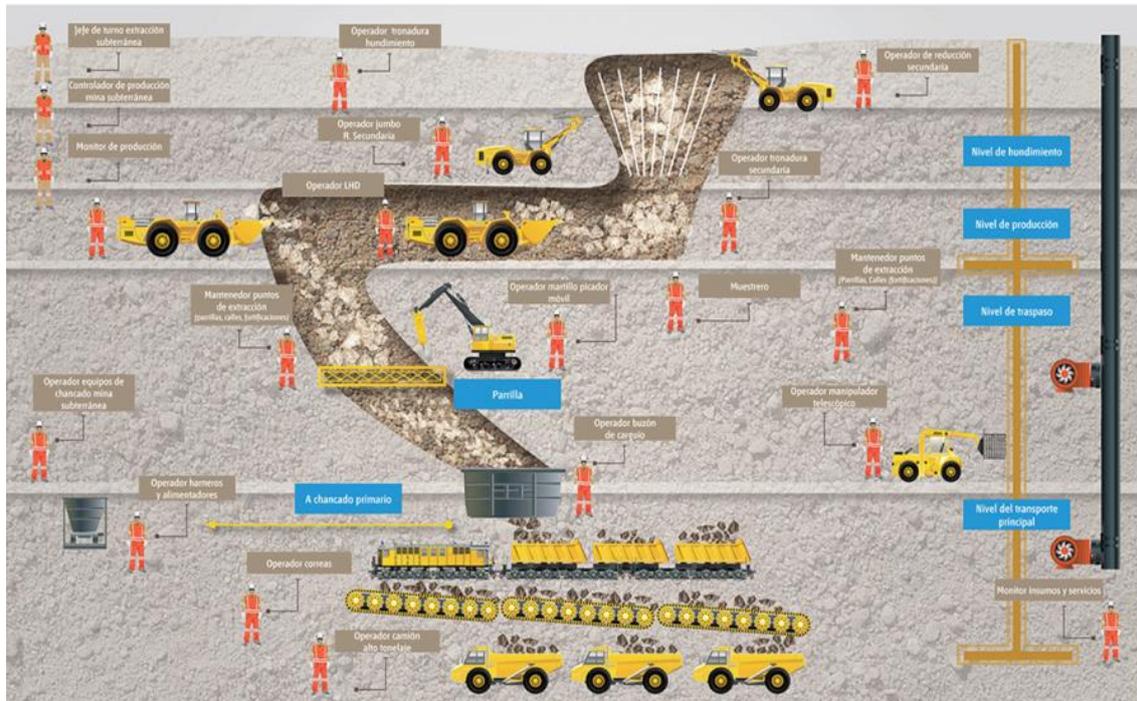
Los propietarios de explotaciones mineras se encuentran a diario con el problema de la indisponibilidad de los equipos de operación. Las minas operan de forma continua con cuatro tipos de equipos principales: palas, jumbos, simbas y camiones.

- Los **jumbos** son equipos de perforación compuesto por un conjunto de martillos perforadores para la ejecución de los trabajos de perforación por el frente. Este equipo se emplea para practicar agujeros en los que introducir la carga de explosivos que después permitirá la excavación de un túnel.
- Los **simbas** son equipos de perforación de compuesto por un conjunto de martillos de alta velocidad para la ejecución de trabajos de apertura y excavado de túneles.
- Las **palas** se encargan de recoger el mineral procedente del proceso de excavación y transportarlo hasta los camiones.
- Los **camiones** son los que finalmente depositan el mineral en la zona de almacenamiento hasta que entran en la planta de tratamiento de mineral.

La siguiente imagen muestra los procesos de extracción más habituales de una mina subterránea, similares a los de una mina a cielo abierto. En la parte superior de la imagen, los jumbos y simbas se encargan de perforar y excavar los túneles para extraer el mineral. Las palas por su parte, recogen el resultado de la excavación y lo transportan hasta los camiones,

que son lo que los depositan en la zona de almacenamiento antes de acceder a la planta de tratamiento y convertirse en producto final.

Procesos de extracción de mineral en una mina subterránea



Las explotaciones mineras operan habitualmente de forma continua, en turnos de 8 horas, 24 horas al día, 7 días a la semana y 365 días al año. Esto implica que los equipos de operación anteriormente mencionados están constantemente en uso, a menos que se encuentren cumpliendo con las tareas de mantenimiento o hayan sufrido algún fallo o avería. En estos casos, el equipo está indisponible, lo que obliga a modificar los planes operativos y supone una merma económica para el propietario de la explotación, que observa impotente cómo parte de la actividad extractiva de la mina está detenida por la indisponibilidad del equipo.

Los efectos de la indisponibilidad de los equipos son claros en toda la cadena de producción minera, ya que los equipos extractivos son los que obtienen la materia prima necesaria para el funcionamiento de la planta de tratamiento y, en definitiva, la obtención del producto final. Si los equipos no están extrayendo mineral, la planta de tratamiento podría dejar de funcionar.

El problema de la indisponibilidad no es trivial en unos equipos sometidos a condiciones extremas de temperatura, humedad y presión. Por utilizar un ejemplo real, en una mina de tamaño medio dedicada a la extracción de cobre y con unos 30 equipos entre jumbos, simbas palas y camiones, la **indisponibilidad de los primeros equipos de la cadena de extracción (jumbos y simbas) puede alcanzar el 75% anual**. Por su parte, la indisponibilidad de palas y camiones se encuentra en torno al 30-40% anual. Para una mina como la mencionada en el ejemplo, que factura 1 millón de euros diarios, el coste anual derivado de la indisponibilidad de los equipos de operación puede alcanzar los 5 millones de euros.

El elemento fundamental para explicar la alta indisponibilidad de los equipos es el tipo de mantenimiento que se aplica a los mismos. En la industria de explotación minera, el

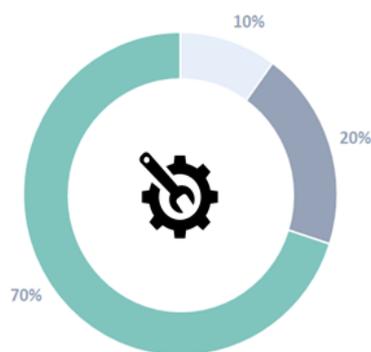
mantenimiento de los principales equipos de operación se realiza, generalmente, de forma preventiva o de forma reactiva:

- El **mantenimiento preventivo** se sustenta en el plan de mantenimiento del fabricante. Este plan de mantenimiento se ajusta a las horas efectivas operadas por el equipo. Suele estar íntimamente ligado a la garantía del equipo y las necesidades del fabricante. Además, es genérico, común a todos los equipos de la misma marca y modelo, no considerando las condiciones específicas de uso y funcionamiento. Así, el plan de mantenimiento preventivo del fabricante se estructura en torno a mantenimientos puntuales, cada cierto número de horas de operación, según marca el contrato o la garantía.
- El **mantenimiento reactivo** se aplica cuando se produce un fallo o avería en el equipo. Cuando el equipo falla, es reparado o sustituido. El principal problema del mantenimiento reactivo es su alto coste, ya que el fallo puede ocasionar, en función de la criticidad del equipo, un menoscabo importante del proceso de explotación durante el periodo de reparación o sustitución.

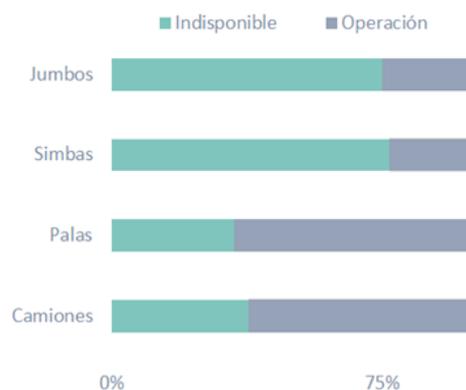
El sistema de mantenimiento preventivo, basado en las indicaciones del fabricante, genera ineficiencias en el rendimiento del equipo, que suelen terminar en mantenimiento reactivo, con las consiguientes pérdidas asociadas a la indisponibilidad. En definitiva, el mantenimiento preventivo es ineficiente e insuficiente. Volviendo a tomar como ejemplo una mina de las características anteriormente mencionadas, el mantenimiento preventivo de los equipos en un año completo de operación sólo supone el 20% del total del mantenimiento, una mínima parte del total. **El 70% del tiempo empleado en el mantenimiento de los equipos es reactivo**, generando una indisponibilidad sobrevenida y no controlada que merma los planes operativos de la mina y afecta a su cuenta de resultados. El 10% restante se debe a incidencias leves, que no requieren de mantenimiento preventivo o reactivo.

Tipos de mantenimiento aplicado a los equipos (%)

■ Incidencias ■ Mantenimiento PREVENTIVO ■ Mantenimiento REACTIVO



Tiempo de indisponibilidad anual por equipo (%)



Coste anual indisponibilidad = 5,000,000 €

El mantenimiento más adecuado para este tipo de equipos es el **mantenimiento predictivo**. En lugar de basarse exclusivamente en los planes de los fabricantes como hace el preventivo, el mantenimiento predictivo se basa en las condiciones reales de uso y funcionamiento de los equipos. El problema se ataca antes de que se produzca, evitando así el costoso mantenimiento reactivo. El mantenimiento predictivo implica, en definitiva, la optimización de

las tareas de mantenimiento y su adaptación a las necesidades reales del equipo. El objetivo es reducir al máximo la indisponibilidad de los equipos y las pérdidas asociadas para la mina.

Tradicionalmente, el impedimento para la aplicación de mantenimiento predictivo a los equipos de operación minera ha sido la **falta de información precisa, fiable y constante** sobre el estado de los mismos. Sin embargo, el problema de la falta de información parece hoy superado.

Durante las últimas décadas, el sector minero se ha esforzado en reducir sus costes operativos de forma drástica. La primera oleada de reducción de costes se centró precisamente en hacer más eficientes los procesos existentes, incluyendo el mantenimiento preventivo y reactivo. El proceso de permeabilización tecnológica sufrido por la industria minera en los últimos años, ha abierto el paso a una segunda oleada de soluciones para aumentar la eficiencia marcada por el uso intensivo de las nuevas tecnologías y su inserción en las operaciones diarias. El mantra actual, confirmado previamente en otros sectores industriales, pasa por operar de forma más inteligente para ser más eficientes. Así, la innovación se abre camino en el mundo minero.

Uno de los aspectos fundamentales de este proceso de innovación tecnológica pasa por el uso intensivo de los datos como herramienta de monitorización de equipos y procesos. El uso generalizado de telemetría y otros sistemas de monitorización está produciendo una ingente cantidad de datos que pueden ayudar a reducir los costes y los incidentes. Este aumento en la información sobre el estado de los activos permite optimizar su mantenimiento, entendiendo con mayor precisión cuál es su estado actual y prediciendo con un mínimo margen de error cuando van a fallar. Así, los equipos operativos considerarán con suficiente antelación la indisponibilidad de los activos, ajustando los planes para reducir el impacto de dicha indisponibilidad en las operaciones de la planta. **Es el paso del mantenimiento preventivo al mantenimiento predictivo**, basado en las necesidades reales de los equipos.

La aplicación del mantenimiento predictivo sólo se deja entrever ahora, y suele chocar con las exigencias operativas del día a día en una industria que nunca descansa. Esto quiere decir que, aunque las organizaciones más avanzadas ya cuentan con sistemas de recogidas de datos, es difícil para ellas integrar y a analizar estos datos para extraer valor de los mismos.

En este epígrafe hemos definido tres problemas de negocio relacionados:

- Ineficiencia generada por la insuficiencia del mantenimiento preventivo, que dificulta la gestión de disponibilidad de los equipos y genera costes.
- Dificultad de la industria de explotación minera para realizar mantenimiento predictivo en sus activos de operación (sólo hay mantenimiento preventivo y reactivo).
- Integración limitada de datos en las fases de explotación y mantenimiento, dificultando la toma de decisiones operativas.

Sólo aquellas compañías que sean capaces de estandarizar procesos, detectar patrones de mal funcionamiento y predecir con antelación los futuros fallos conseguirán minimizar los tiempos de indisponibilidad de los equipos y maximizar la producción de las explotaciones. Optimizar el programa de mantenimiento de los equipos críticos se convierte en un objetivo vital para la reducción de gastos. Con la combinación de estas estrategias se busca conseguir el máximo retorno de los activos de la empresa.

3.2 – Historia de cliente

Con el objetivo de identificar con claridad el problema de negocio mencionado y definir al cliente, hemos visitado la mina de Aguas Teñidas, en Almonaster la Real (Huelva), líder del sector minero en Andalucía y una de las principales explotaciones de minería metálica de Europa. La mina de Aguas Teñidas es propiedad de MATSA, una empresa participada conjuntamente por Mubadala Development Company, compañía para la inversión y el desarrollo con sede en Abu Dhabi, y Trafigura Group Ltd., empresa líder en el mercado mundial de materias primas.

En nuestra visita a la mina de Aguas Teñidas, nos reunimos con los directores de operaciones y mantenimiento de la mina para conocer en detalle los procesos extractivos y el funcionamiento de los equipos que se encargan de llevarlos a cabo. Además, analizamos los problemas derivados de la indisponibilidad de los equipos de operación y estudiamos cómo se intentan reducir los periodos de indisponibilidad. Para más detalle sobre la visita, consultar el *Anexo I – Informe de Replanteo en Campo*.

La visita a la mina de Aguas Teñidas nos permitió establecer las sinergias adecuadas con las personas encargadas de gestionar aspectos claves en las operaciones de la mina. Este canal de comunicación ha sido fundamental para testear nuestro proyecto con datos reales del negocio y comprender qué solución aporta valor al cliente, y ayuda a resolver sus problemas.

Con la información obtenida en nuestra visita, hemos elaborado una historia de cliente. La historia de cliente es una herramienta utilizada en el proceso de diseño de soluciones, que consiste en describir a un cliente hipotético de nuestra solución para personalizar sus problemas y adaptar la solución a los mismos. Nuestra historia de cliente no es hipotética, sino real, personalizada en la figura de Shawn Peterson, responsable de mantenimiento de los equipos de extracción de MATSA.

Shawn Peterson es el responsable de mantenimiento de MATSA. Llegó hace 12 meses a la mina de Aguas Teñidas tras una dilatada experiencia por todo el mundo en otras empresas del sector. Cuando Shawn llegó Aguas Teñidas, los procedimientos de mantenimiento preventivo no estaban documentados y el mantenimiento reactivo alcanzaba cotas difícilmente asumibles para la empresa. En este periodo, Shawn ha conseguido establecer y documentar procedimientos para el mantenimiento de los equipos de extracción de la mina.

Con el objetivo de optimizar los periodos de mantenimiento, ha establecido diagramas de Gantt con los tiempos y procesos necesarios para realizar el mantenimiento reactivo y preventivo de cada equipo. Este mantenimiento se basa en las horas de funcionamiento del equipo y su gestión ocupa la mayor parte de su tiempo.

Shawn siente la presión constante del responsable de operaciones de MATSA, John A. Sadek, que quiere reducir los tiempos de mantenimiento de los equipos para aumentar la disponibilidad de los mismos y reducir los costes de la mina.

Shawn tiene una visión analítica de su trabajo y sabe que para aumentar

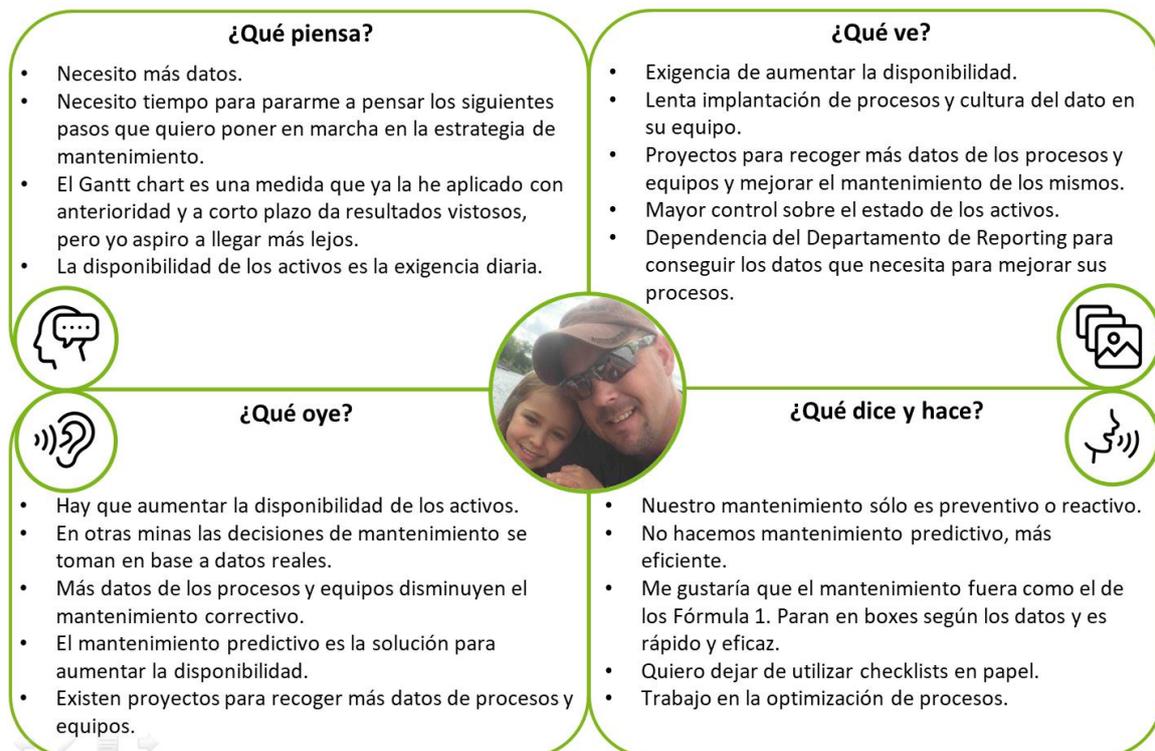
la disponibilidad de los equipos necesita ajustar el mantenimiento de los mismos, pasando de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento predictivo. Su aspiración es que el mantenimiento de los equipos en la mina se parezca más en rapidez y eficacia a las paradas que hacen en boxes los Formula 1 durante una carrera.

Shawn sabe que para aumentar los niveles de disponibilidad de los equipos necesita un sistema de información fiable sobre las condiciones de uso de la máquina. De esta forma, el mantenimiento puede ajustarse a las necesidades reales del equipo. Shawn tiene a más de 100 personas a su cargo y aunque entiende la necesidad de establecer un sistema de análisis predictivo, las tareas del día a día y las exigencias para reducir el periodo de indisponibilidad le impiden detenerse a asentar este sistema.

Actualmente, Shawn no dispone de un sistema que analice los datos recogidos durante los procesos de extracción de la mina y sea capaz de extraer conocimiento de los mismos sobre la situación real de los equipos. Tiene grandes esperanzas en la digitalización de procesos y la sensorización de equipos.

3.3 – Mapa de empatía

El Mapa de Empatía es una herramienta de diseño que nos obliga a ponernos en el lugar de nuestro cliente para identificar las características que nos permitan realizar un mejor ajuste entre nuestro producto y sus necesidades e intereses. Se trata, en definitiva, de definir qué ve, dice, hace, oye, piensa y siente el cliente, para comprender qué le frustra y qué le motiva.



¿Qué le frustra?

- Falta de tiempo para detenerse a pensar en los próximos pasos en la mejora de sus procesos.
- Reticencias por parte del equipo para la implementación de nuevos procesos y herramientas.
- Uso de medios tradicionales y poco eficientes para el tratamiento del dato (checklists).
- Dependencia del mantenimiento preventivo, basado en horas de operación de los equipos.
- Dependencia del Departamento de Reporting para conseguir datos específicos de los equipos y procedimientos.
- Falta de visión histórica sobre el funcionamiento de los equipos.



¿Qué le motiva?

- Exigencia de aumentar la disponibilidad.
- Crecimiento de la cultura del dato dentro de la mina.
- Proyectos de sensorización de equipos.
- Posibilidad de realizar análisis prescriptivo en base a datos de los equipos y procesos.
- Posibilidad de ganar visión histórica sobre el mantenimiento de los equipos.



3.4 - ¿Qué ofrece la competencia?

La incorporación de técnicas de Big Data a la gestión del mantenimiento en minería es una tendencia que está teniendo una fuerte implantación y aceptación entre los operadores del sector. Sólo aquellas compañías que sean capaces de estandarizar procesos y recurrir al análisis histórico de los datos podrán predecir los futuros fallos de los equipos, y minimizar así los tiempos de indisponibilidad para maximizar la producción de las explotaciones.

De esta forma, en un negocio maduro como el de la minería, el mantenimiento preventivo de los equipos críticos se convierte en un punto vital para la reducción de gastos. El paso de una política de mantenimiento reactivo de los equipos a una nueva perspectiva de gestión donde el mantenimiento se convierte en parte estratégica del negocio, está haciendo que multitud de grandes empresas que ya operan en otros sectores con soluciones de analítica predictiva e IoT se interesen por el sector minero. El sector minero se convierte en una extensión natural de su negocio, ofreciendo soluciones predictivas que atienden las necesidades de gestión inteligente de los datos generados en las plantas de producción de mineral.

Por otro lado, los grandes actores tradicionales del sector minero también están intentando explotar el nuevo filón de analítica de datos. Empresas tan incrustadas en el día a día de la mina como Caterpillar, Atlas Copco o General Electric están dotando sus equipos con los dispositivos necesarios para desarrollar soluciones analíticas.

Por tanto, podemos dividir la competencia existente en dos grupos diferenciados: empresas tradicionalmente relacionadas con la minería que encuentran nuevos nichos de negocio en la analítica de datos, y empresas procedentes del mundo de la tecnología que encuentran nuevos nichos de negocio en el sector minero. Analicemos algunos ejemplos.

Empresas relacionadas con la minería que encuentran nuevos nichos en la analítica de datos.

	<p>Pitram es una de las empresas líderes en el desarrollo de soluciones de software aplicados a la minera. Especializada en la recogida de datos de las distintas fases operativas del ciclo minero a través de su aplicación Micromine, su principal problema radica en las dificultades de integración con otras plataformas y soluciones tecnológicas, impidiendo que aquellos datos que no hayan sido recogidos por sus propios sistemas entren a formar parte de la solución.</p>
	<p>Caterpillar es el mayor fabricante de maquinaria para la construcción y equipos de minería. Aunque no ha desarrollado soluciones específicas de mantenimiento predictivo, está equipando a sus equipos con los elementos necesarios para poder desarrollar ese servicio en el futuro. El problema está, sin embargo, en la falta de visibilidad que estos datos tienen para el cliente y la falta de integración con los sistemas de información de la mina.</p>
	<p>Atlas Copco es, con Caterpillar, uno de los principales fabricantes de maquinaria industrial y equipos de minería. Siguiendo una estrategia similar, está equipando a sus equipos con los elementos necesarios para desarrollar mantenimiento predictivo en el futuro, pero de nuevo falla la visibilidad al cliente y la inexistente integración dentro de los sistemas operativos de la mina.</p>
	<p>General Electric adquirió Meridum, una solución de mantenimiento predictivo de equipos, en 2016. Originalmente centrada en petróleo, gas e industrias químicas, desde entonces se ha expandido a minería, industrias manufactureras y eléctricas. La solución es bastante similar para todas las industrias en las que opera, e incluye optimización de los activos, control del estado de los mismos y análisis de criticidad. A pesar de ser una solución amplia, está poco adaptada a las necesidades específicas del sector minero.</p>

Empresas relacionadas con los datos que encuentran nuevos nichos en la minería.

<p>Bentley es una empresa americana especializada en el desarrollo de soluciones de software industrial para multitud de sectores. Su principal producto dirigido a la gestión de activos es AssetWise Operational Analytics, un solución dirigida a capturar datos, analizarlos y visualizarlos. Esta solución es específica para el sector minero, sino común a todos los sectores con los que trabaja Bentley, y resulta poco integrable en empresas con sistemas de información heterogéneos.</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

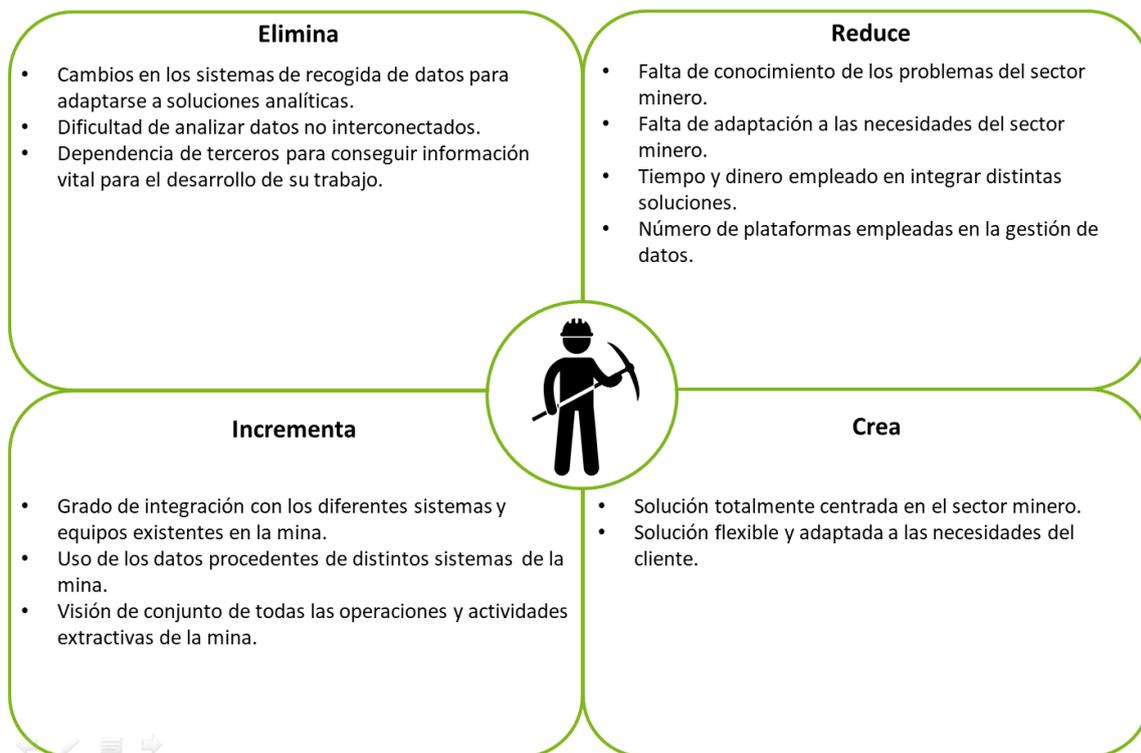
<p>IFS es una empresa multinacional especializada en el desarrollo de soluciones software para todo tipo de industrias, incluyendo la minera. La solución ofrecida por IFS está más enfocada a plataforma de gestión que a herramienta de análisis de datos y mantenimiento predictivo.</p>	
<p>Mtell es una empresa de análisis predictivo de equipos industriales. Su principal producto es Previs, una solución de análisis predictivo y mantenimiento prescriptivo de equipos de operación que se aplica a multitud de activos. Utilizando inteligencia artificial, Previs analiza grandes volúmenes de datos operacionales y de mantenimiento para encontrar tendencias y enviar notificaciones de fallos. Previs es utilizado en diferentes industrias, incluyendo petróleo y gas, transporte, química, agua, minería y farmacéutica. Al igual que otros competidores, ofrece una solución genérica, poco adaptada a las necesidades específicas del sector minero.</p>	
<p>APT es una plataforma software especializada en la optimización estratégica de datos procedentes de activos de operación. Su objetivo no es tanto predecir los ciclos de mantenimiento, sino optimizar la realización del mismo. Es utilizado en distintas industrias, incluyendo la nuclear, química, petróleo y gas y energía. No es una solución especializada en análisis predictivo, sino en optimización.</p>	
<p>OSIsoft es una empresa americana especializada en la infraestructura de datos. Su solución PI System es ampliamente utilizada en organizaciones intensivas en activos para gestionar y procesar los datos. PI System se ha utilizado en agricultura, industria, química, petróleo, gas, energía y minería. OSIsoft ofrece además otras soluciones para la visualización de datos. El principal problema es su falta de adaptación a las necesidades específicas del sector minero.</p>	
<p>Uptake es una startup norteamericana de data science nacida para explotar los datos de equipos industriales y predecir fallos en los mismos con el objetivo de evitar a tiempo y actuarlos. Ofrece soluciones interesantes para cualquier sector industrial, pero no tiene un conocimiento específico de ninguno de los sectores en los que trabaja.</p>	
<p>Clockwork es una empresa de data science especializada en el análisis del ciclo de vida de todo tipo de equipos industriales, y focalizada en reducir los gastos de mantenimiento y aumentar la vida de los activos críticos. No cuenta con un conocimiento específico de ninguno de los sectores en los que trabaja.</p>	

Schneider Electric es una empresa multinacional de gestión de energía y automatización. Su línea de software de negocio ofrece la familia Avantis, especializada en gestión de activos de operación. Avantis PRO EAM es la principal solución de mantenimiento predictivo, fundamentalmente desarrollada para detectar fallos en la cadena de generación, transmisión y distribución eléctrica. Sin embargo, esta solución también se ha adaptado a las industrias de petróleo y gas, alimentación, siderúrgica y minera. Es una solución completa pero poco adaptada a las necesidades específicas del sector minero.



3.5 - ¿Cómo nos diferenciamos?

La matriz ERIC es una herramienta que nos ayuda a enfocarnos simultáneamente en eliminar y reducir problemas que el cliente tiene con las soluciones de la competencia, así como en incrementar y crear nuevo valor para nuestra solución.



3.6 – ¿Dónde nos situamos?

El Análisis DAFO es una herramienta bien conocida de estudio de la situación de una empresa, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz. El Análisis DAFO nos ayudará a situarnos y planear nuestra estrategia.



Fortalezas

¿Qué ventajas tiene nuestra organización?

- Especialista en el tratamiento de datos procedentes de explotaciones mineras. Conocimiento profundo del sector, su evolución y necesidades.
- Enfocada en el desarrollo de sistemas predictivos que optimicen el mantenimiento de equipos mineros y aumenten su disponibilidad.
- Adaptada a las necesidades específicas de cada cliente, entendiendo cuál es su grado de madurez tecnológica y ofreciendo una solución *ad hoc*.
- Independiente de la tecnología utilizada para la recogida de datos.
- Asociada con empresas especializadas en la recogida de datos para proyectos que impliquen un mayor grado de reconversión tecnológica.
- Innovación y base tecnológica.

¿Qué hacemos mejor que la competencia?

- Soluciones mineras. No ofrecemos soluciones genéricas.
- Especialización en el tratamiento y uso de datos para el desarrollo de sistemas predictivos.
- Flexibilidad, adaptación y soluciones personalizadas. No ofrecemos soluciones genéricas.
- Independencia tecnológica utilizada en la fase de sensorización y recogida de datos. Permitimos que cada cliente utilice la mejor solución en cada fase del proceso y ofrecemos un tratamiento integral de los datos.
- Asociaciones estratégicas con distintos proveedores e instaladores para ofrecer la mejor solución de sensorización/comunicaciones para la adquisición de datos en cada caso concreto.

¿Qué factores ve nuestra competencia como fortalezas?

- Especialización.
- Flexibilidad.
- Independencia.
- Conocimiento.
- Innovación.

¿Cuáles son nuestros recursos únicos?

- Conocimiento profundo del sector minero.
- Especialización en tratamiento de datos.
- Flexibilidad en el desarrollo de soluciones *ad hoc*.
- Independencia e innovación.
- Asociación con empresa líder del sector minero (MATSA) como escenario piloto para lanzamiento de Mininsight.

¿Cuál es nuestra propuesta única de valor?

- Tratamiento independiente de datos de explotaciones mineras y desarrollo de soluciones de Data Analytics para mantenimiento predictivo, adaptadas a las necesidades del cliente y enfocadas a la optimización del mantenimiento y el aumento de disponibilidad de sus activos. Complementamos el talento del cliente.

Debilidades

¿Qué puedo mejorar?

- Nuestro tamaño frente a la competencia puede verse como un factor negativo por parte del cliente. Sin embargo, es este tamaño el que permite el desarrollo de soluciones flexibles y personalizadas frente a las soluciones genéricas de la competencia. Somos nosotros los que adaptamos la solución al cliente, y no el cliente el que adapta sus procesos a la solución.
- Falta de una solución propia de recogida de datos puede ser entendido como una debilidad, por lo que debemos fortalecer nuestras alianzas estratégicas con proveedores de soluciones de sensorización y telemetría.
- Empresa de reciente creación con poca experiencia. Esto sin embargo nos dota de flexibilidad y anhelo innovador para resolver los problemas del cliente desde una perspectiva distinta.

¿Qué debo evitar?

- Que los clientes vean en nuestro tamaño una debilidad.
- Que los clientes vean en la falta de producto terminado una debilidad. Al desviarnos de la estrategia de producto esto nos permite encontrar la mejor solución *ad hoc* para cada cliente.
- Que los clientes vean en nuestra falta de recogida de datos una debilidad. Nuestra especialización en el tratamiento de los datos nos permite integrar distintas fuentes de datos, según las necesidades del cliente.

¿Qué factores ve nuestra competencia como debilidad?

- Tamaño reducido. Nuestro tamaño es una oportunidad para trabajar desde las necesidades de la mina.
- Falta de soluciones genéricas (producto software).
- Falta de solución propia en el proceso de recogida de datos.
- Falta de experiencia.

¿Qué factores implican que perdamos una venta?

- Tamaño reducido.
- No abarcar todo el proceso desde la fase de recogida de datos. Sin embargo, integramos distintas fuentes de datos según las necesidades del cliente.

Oportunidades

¿Qué oportunidades podemos detectar?

- Evolución positiva de la producción de minerales metálicos en España y en Andalucía durante los últimos 8 años.
- Tendencia a maximizar la productividad de las explotaciones existentes frente a prospectar nuevos yacimientos.
- Necesidad de predecir los fallos futuros para reducir la indisponibilidad de los equipos y maximizar la producción de las explotaciones.
- La conversión del mantenimiento predictivo en parte estratégica del negocio abre las puertas a nuevas empresas que operan con Big Data e IoT.
- Incorporación del Big Data a la minería. Crecimiento de los datos y necesidad de integrarlos.

¿De qué tendencias somos conscientes?

- Incorporación de técnicas de Big Data a la gestión de procesos mineros.
- Explosión del IoT e incorporación de sus distintas vertientes a los procesos mineros. Digitalización de la minería. Explotación del dato por el fabricante del equipo.
- Maximización de la productividad de explotaciones existentes frente a prospección de nuevos yacimientos.
- Reducción de gastos y aumento de la disponibilidad de los equipos mineros.

Cambios en política gubernamental

- Las nuevas explotaciones mineras, más focalizadas en la seguridad del trabajador y respetuosas con el medio ambiente, vuelven a considerarse un activo estratégico para muchas regiones dependientes de la explotación de materias primas. Excepcional desarrollo en Andalucía.

Cambios en mercado

- Maximizar productividad y reducir costes.
- Reducción de costes ha alcanzado un nivel muy aceptable.
- Aumentar la disponibilidad de los activos.

Cambios en tecnología

- Madurez del IoT e implementación en otros sectores industriales.
- Madurez del Big Data e implementación en otros sectores industriales.
- Cambios constantes en almacenamiento y tratamiento de datos.
- Reducción de costes de recogida y almacenamiento de datos.

Amenazas

¿Qué obstáculos encontramos?

- Resistencia por parte de mandos intermedios que pueden ver en el uso de la tecnología un riesgo para sus actividades diarias. Nuestra solución es una herramienta para mejorar su eficiencia.
- Resistencia por parte de operarios para introducir información sobre el desarrollo de su trabajo en el sistema.
- Resistencia por parte de usuarios que pueden tardar en comprender la utilidad de la información. Una formación adecuada resulta fundamental para que se haga un uso intensivo de la información.
- Fabricantes de equipos están muy introducidos en el sector, tienen amplia experiencia y conocen a los actores clave.
- Cambios constantes en la tecnología de almacenamiento, tratamiento y visualización de datos.

¿Qué están haciendo los competidores?

- Para evitar el riesgo de los cambios inherentes a la tecnología, desarrollan soluciones propias. Las tecnologías desarrolladas pueden quedar fácilmente desfasadas en distintas partes del proceso.
- Existen competidores que ofrecen una solución global al cliente, gestionan todas las fases del proceso, desde la recogida de los datos al análisis y los servicios de mantenimiento predictivo.
- Soluciones avanzadas de mantenimiento por los fabricantes, que utilizan sus propios sensores.

¿Están cambiando los estándares de calidad y las especificaciones de nuestro producto?

- Los estándares de calidad y especificaciones cambian de forma constante con la mejora de los algoritmos predictivos.

¿Está poniendo en riesgo nuestra posición el cambio tecnológico?

- Nuestra posición forma parte del cambio tecnológico. Nuestro tamaño e independencia nos permite adaptarnos de forma rápida a los cambios y al impacto que los mismos puedan tener en las necesidades del cliente.

3.7 – Factores claves de éxito

En base al análisis realizado, vamos a identificar una serie de factores claves de éxito que guiarán siempre el desarrollo de nuestra solución y conformarán nuestros valores:

- **Enfoque en la reducción de costes y el aumento de la eficiencia:** cualquier solución desarrollada debe buscar la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo

que mejore la eficiencia de la mina y reduzca los costes asociados a la indisponibilidad de los equipos de operación.

- **Adaptación al cliente:** cualquier solución desarrollada debe adaptarse a las necesidades del cliente y a su grado de madurez tecnológica, en lugar de buscar que el cliente se adapte a la solución.
- **Crecimiento con el cliente:** cualquier solución desarrollada deberá madurar con el cliente y adaptarse a sus necesidades de negocio.
- **Conocimiento profundo de las necesidades del sector minero:** cualquier solución planteada deberá estar enfocada en el sector minero y resolver sus necesidades específicas.
- **Integración:** cualquier solución desarrollada deberá integrar los sistemas operativos y de recogida de datos existentes en la mina.
- **Independencia:** cualquier solución desarrollada deberá ser independiente de los sistemas operativos y de recogida de datos existentes en la mina.
- **Flexibilidad:** cualquier solución desarrollada deberá ser flexible y ágil, cambiante en función de la situación y necesidades de la mina.

3.8 – Solución planteada

Fundada en los factores claves de éxito que acabamos de mencionar, la solución planteada por Mininsight consiste en el desarrollo de una suite de Soluciones de Gestión de Activos, cuyo piloto se centra en el mantenimiento predictivo de maquinaria crítica para el proceso de extracción minera con el objetivo de optimizar su mantenimiento, aumentar su disponibilidad y reducir los costes asociados a la indisponibilidad.

Nuestra solución software consta de distintas capas en función del grado de madurez tecnológica del cliente:

- **Análisis de la situación de partida:** censo de equipos, recopilación de datos y soluciones de estandarización.
- **Construcción de cuadro de mandos integral:** integración de datos procedentes de distintas fuentes y cuadro de mandos con análisis descriptivo.
- **Tratamiento y análisis:** mediante técnicas de machine learning y utilizando los datos almacenados se genera un modelo predictivo en base a los parámetros de la maquinaria con el que descubrir los patrones de fallos más probables de forma anticipada.
- **Actuación y prescripción:** elaboración de un cuadro de mando predictivo donde mostrar el estado y alertas tempranas para los activos claves de operación, para que los responsables puedan tomar las mejores decisiones con objeto de evitar fallos y paradas de producción, así como para planificar un mantenimiento más preciso maximizando el retorno de sus activos.

Nuestra solución se adapta a la situación de partida del cliente. No contempla la sensorización de los equipos de extracción, sino que integra los datos existentes como punto de partida para demostrar la eficacia del análisis.

4 – Modelo de Negocio

4.1 – Canvas

4.1.1 – Segmento de cliente

Propietarios de explotaciones mineras. Uno de los principales objetivos de los propietarios de las explotaciones mineras pasa por reducir al mínimo la indisponibilidad de los equipos de operación minera. Sin embargo, el alcance de este objetivo se encuentra habitualmente con una serie de limitaciones:

- Dificultad de la industria de explotación minera para realizar mantenimiento predictivo en sus activos de operación (sólo hay mantenimiento preventivo y reactivo).
- La falta de mantenimiento predictivo dificulta la gestión de disponibilidad de sus activos de operación. La disponibilidad es el factor crítico de éxito de la industria.
- Integración limitada de datos en las fases de explotación y mantenimiento, dificultando la toma de decisiones operativas.

4.1.2 – Propuesta de valor

La propuesta de valor pasa por utilizar técnicas de big data para optimizar el uso de los equipos de operación minera y detectar cuándo están próximos a una avería. De esta forma podemos actuar a tiempo, planificar el mantenimiento de acuerdo con las condiciones reales del equipo, reducir los costes de indisponibilidad y reparación y aumentar la productividad del equipo. El objetivo es aumentar la rentabilidad que la inversión en el equipo de operación proporciona al propietario de la explotación minera.

Esta propuesta de valor se materializa en cuatro módulos. Cada uno de los módulos representa una propuesta de valor en sí misma para el cliente, como ahora iremos desgranando. La implementación de uno u otro módulo dependerá del grado de madurez tecnológica del cliente. La propuesta de valor más interesante, esto es, aquella que pasa por la alerta anticipada de fallos de los equipos y la recomendación prescriptiva sobre el mantenimiento a aplicar, se sitúa en el “Módulo D - Actuación y Prescripción”. Para alcanzar este objetivo, los clientes menos maduros tecnológicamente deberán pasar por el resto de módulos.

Módulo A - Cuadro de Mandos Integral: este módulo pasa por la construcción de un cuadro de mandos integral que monitoriza el funcionamiento de los principales equipos de operación. La información ofrecida tiene un carácter descriptivo y permite hacer visible los datos claves de los equipos en tiempo real desde un único informe. De esta forma, los responsables de operaciones y mantenimiento puedan ver con sus propios ojos qué está ocurriendo en la mina y tomar las mejores decisiones.

Módulo B - Evaluación del Desgaste: en este módulo, y mediante el desarrollo de un modelo de regresión logística, mostramos el estado de los equipos en el corto plazo. La información ofrecida tiene un carácter predictivo.

Módulo C - Evaluación de Anomalías: en este módulo, y mediante el desarrollo de un modelo de ARIMA de detección de anomalías, mostramos los márgenes habituales de funcionamiento de los equipos y los indicadores que se encuentran fuera de esos márgenes. La información ofrecida tiene un carácter predictivo.

Módulo D - Actuación y Prescripción: mediante un modelo *Next Best Maintenance Activity* (NBMA), mostramos el estado de los equipos en el medio plazo, es decir, cuándo se van a producir fallos en los equipos de operación. En definitiva, construimos un plan de mantenimiento predictivo en función del estado real de los equipos y su impacto en el negocio. La información ofrecida tiene un carácter prescriptivo y recomienda cuándo debe producirse la actividad de mantenimiento para reducir su impacto en la disponibilidad del equipo y el coste del mismo.

4.1.3 – Canales

En el apartado de canales, describimos en primer lugar cómo vamos a llegar a nuestro segmento de cliente, es decir, a los propietarios de operaciones mineras, y en segundo lugar, cómo vamos a distribuir nuestra solución.

En cuanto a los canales de acceso al cliente, estos pueden definirse en las siguientes acciones desarrolladas por el departamento de marketing y comercial:

- Presencia en ferias del sector.
- Inversión en Sales Navigator de LinkedIn mediante mensajes patrocinados y participación activa en grupos sectoriales específicos.
- Presencia en publicaciones sectoriales.
- Posicionamiento web vía creación de contenidos.
- Desarrollo de casos de éxito de implantación y White papers sobre la temática.
- Difusión de contenido de informes de ejemplo con KPIs que nuestro cuadro de mandos integral puede dar.
- Generación de eventos sectoriales para dar a conocer el producto.
- Celebración de ponencias públicas con la participación de clientes actuales.
- Presencia activa en Asociaciones de Minería, Colegios de Ingenieros de Minas y Colegios Ingenieros Industriales.

En cuanto a los canales de distribución de nuestra solución, la implantación del mismo se realiza de forma directa por el equipo de operaciones en cada uno de los módulos.

4.1.4 – Relación con el cliente

- Relaciones personales potenciadas con tecnología.
- Servicio de mantenimiento y soporte postventa personalizado.
- Contactos recurrentes con los clientes a través del soporte post-venta y la mejora continua de la herramienta.
- Desarrollo de programas de fidelización y retención.
- Chatbot en web para soporte y dudas básicas sobre la utilización de la herramienta.

4.1.5 – Recursos claves

- Datos de funcionamiento y uso de los equipos de operación del cliente y sus componentes.
- Información sobre las características de los equipos de operación del cliente y sus componentes.
- Historial de funcionamiento, uso, mantenimiento y disponibilidad de los equipos.
- Información sobre los costes de reparación de los componentes y equipos de

operación de los clientes.

- APIs de conexión con las fuentes de datos.
- DB de almacenamiento temporal.
- DW de almacenamiento definitivo.
- Capacidad de almacenamiento y procesamiento.
- 7 licencias de software Windows.
- 7 licencias de software Office
- 5 licencias de software BI.
- 5 licencias de software BPMN.
- 5 licencias de software diseño gráfico.
- 2 licencias de software de modelado.
- 7 ordenadores.
- 1 impresora
- 7 teléfonos.
- Internet, luz y agua
- Oficina.
- Material de oficina.

4.1.6 – Actividades clave

- Sensorización de aquellos equipos de operación del cliente que no cuenten con sistema de telemetría.
- Conexión mediante API del fabricante con los equipos de operación del cliente.
- Conexión mediante API del desarrollador con los sistemas de recogida de datos del cliente.
- Desarrollo de sistema de canonización, mapeo, limpieza e integración datos sobre las características de los equipos de operación del cliente y sus componentes, el uso, funcionamiento y mantenimiento de los mismos.
- Creación una BBDD de almacenamiento temporal que permita lectura y escritura.
- Recogida y almacenamiento de datos en la BBDD temporal.
- Envío y almacenamiento de datos de la BBDD temporal a una DW para su análisis histórico.
- Creación de una DW de almacenamiento definitivo.
- Conexión entre la BBDD temporal y la DW con el Software BI.
- Definición y cálculo de KPIs.
- Elaboración de informes en Software BI.
- Modelado y desarrollo de un modelo de regresión o predicción lineal.
- Modelado y desarrollo de un modelo de detección de anomalías.
- Modelado y desarrollo de un modelo de supervivencia que permita predecir los fallos de los equipos y sus componentes.
- Desarrollo de un sistema de recomendaciones para la realización del mantenimiento de los equipos y sus componentes.
- Desarrollo de web como plataforma para la visualización de informes.
- Gestión de APIs.
- Gestión de BBDD temporal.
- Gestión de DW.

- Gestión de servidores.
- Gestión de servicio de informes automáticos.
- Expertise minería.
- Elaboración de estudio de mercado e identificación de clientes potenciales.
- Desarrollo de material informativo sobre la solución.
- Desplazamientos a mina.
- Presencia en ferias del sector minero.
- Publicación en revistas sectoriales.
- Desarrollo y publicación de White Papers sobre la solución.
- Generación de eventos sectoriales y celebración de ponencias públicas.
- Desarrollo de web corporativa.
- Presencia en rondas de financiación.
- Negociaciones con entidades financieras.
- Gestión de nóminas.
- Gestión de impuestos.
- Gestión de pagos y suministros.
- Gestión de cobros.
- Gestión de deuda.
- Mantenimiento de equipos informáticos propios.
- Gestión de incidencias de cliente.

4.1.7 – Costes

- Costes de uso de las APIs de los fabricantes de equipos de operación del cliente.
- Costes de uso de las APIs de los sistemas de información del cliente.
- Costes de creación, almacenamiento y procesamiento de la DB de almacenamiento temporal.
- Coste de creación, almacenamiento y procesamiento de la DW de almacenamiento definitivo.
- Costes de desarrollo de web corporativa.
- Costes de licencia de bases de datos y servidores.
- Costes de paquetes software (BI, BPMN, diseño, Windows, Office).
- Salario de desarrollador de modelos predictivos y prescriptivos.
- Salario de desarrollador del sistema de canonización, mapeo, limpieza e integración datos.
- Salario de gestor de infraestructuras operativas (bases de datos, servidores).
- Salario de experto en marketing.
- Salario de experto comercial.
- Salario de experto financiero.
- Salario de experto en minería.
- Costes de impresión de material informativo sobre la solución.
- Costes de desplazamientos a mina.
- Costes de presencia en ferias del sector minero.
- Costes de publicación en revistas sectoriales.
- Costes de generación de eventos sectoriales y celebración de ponencias públicas.
- Costes de gestión encargada de gestión de nóminas e impuestos.
- Costes de siete ordenadores, siete teléfonos y una impresora.

- Tarifas de móvil, internet, electricidad y agua.
- Costes de alquiler de oficina.
- Costes de servicio de soporte IT para nuestros equipos informáticos y redes de comunicación.

4.1.8 – Ingresos

- Software as a Service (SaaS): pago por uso mensual de nuestra solución. Aplicación Cloud Mininsight con pleno acceso a dashboards personalizables.
- Monitorización como Servicio (MaaS): pago por recepción puntual de informes basados en nuestra solución. Entrega de reportes periódicos en base a los datos de los activos de cliente y los KPIs a medir, usando templates estándares con customización limitada.
- Soporte profesional: acciones correctivas dentro del soporte anual. Servicio de consultoría para nuevas visualizaciones. Servicio de entrenamiento y formación. Servicio de integración de nuevos activos en la plataforma.
- Servicios expertos de consultoría: formación, implementación, servicios adicionales.
- Desarrollo de Pruebas de Concepto (PoC) y auditorías.

5 – Definición de la organización del caso de uso

La organización del caso de uso implica la definición de los procesos asociados a nuestra solución, esto es, ¿cuáles son los procesos que debemos implantar en las distintas áreas de la empresa (operaciones, marketing y comercial, económico-financiero) para poder llevar a cabo la solución?

En nuestra organización, y dado que somos una startup con recursos limitados, la versatilidad y multidisciplinariedad en los puestos será una máxima. Todo el equipo debe ser capaz de desarrollar un discurso comercial efectivo y solvente sobre la herramienta, independientemente de la capacidad o formación técnica de la persona que lo exponga.

La capacidad de escucha activa del cliente debe ser otra de nuestras habilidades clave. Escucha para entender y estar al tanto de las necesidades de nuestros clientes, saber interpretarlas y ponerlas en desarrollo para mejorar una herramienta que no concebimos como un producto final, sino como una solución en desarrollo abierta a mejoras.

A continuación, exponemos los principales procesos y las áreas implicadas en mayor medida en los mismos. Estos procesos serán similares para cada uno de los módulos de nuestra solución, exceptuando algunos de los procesos operativos que son exclusivos para los módulos que incluyen modelización. En primer lugar, exponemos una tabla con el orden lógico de los procesos, que posteriormente definimos en detalle en función del área operativa implicada. Hay que tener en cuenta que el área económico-financiera, comercial y marketing y IT sirven de soporte para el desarrollo de soluciones a través del área de operaciones.

Proceso	Área
Búsqueda de financiación	Económico-financiera

Elaboración y aprobación de presupuesto anual	Económico-financiera
Control de presupuesto	Económico-financiera
Control de flujo de tesorería	Económico-financiera
Control de deuda	Económica-financiera
Elaboración de estudio de mercado	Comercial / Marketing
Desarrollo de material informativo sobre la solución	Comercial / Marketing
Identificación de clientes potenciales	Comercial / Marketing
Descubrimiento del cliente	Comercial / Marketing
Aproximación comercial	Comercial / Marketing
Validación del cliente	Comercial / Marketing
Preparación y presentación de presupuesto para la elaboración de la prueba de concepto	Económico-financiera
Determinación de los objetivos del cliente	Comercial / Marketing
Acuerdo de prueba de concepto	Comercial / Marketing
Análisis de la situación de partida del cliente: inventario de recursos, prerrequisitos, asunciones, limitaciones y riesgos	Operaciones
Determinación de los objetivos de la solución	Operaciones
Definición de la solución adecuada para alcanzar el objetivo	Operaciones
Recogida inicial de datos para prueba de concepto	Operaciones
Descripción, filtrado, estructuración y verificación de datos	Operaciones
Desarrollo de prueba de concepto	Operaciones
Presentación de los resultados de la prueba de concepto y recomendaciones	Operaciones
Elaboración y presentación de presupuesto para la solución	Económico-financiera

Negociación comercial	Comercial / Marketing
Acuerdo de desarrollo y nivel de servicios	Comercial / Marketing
Conexión y mantenimiento de APIs	IT
Construcción y mantenimiento de bases de datos	IT
Almacenamiento y flujos de datos	IT
Seguridad	IT
Preparación de datos: selección, limpieza, construcción e integración	Operaciones
Descripción del dataset	Operaciones
Selección de técnicas de modelado	Operaciones
Testeo general del diseño	Operaciones
Construcción del modelo	Operaciones
Aplicación del modelo	Operaciones
Evaluación de resultados y revisión del proceso	Operaciones
Automatización, simulación y optimización	Operaciones
Desarrollo de sistema de visualización	Operaciones
Desarrollo del plan de monitorización y mantenimiento del modelo	Operaciones
Despliegue de la solución	Operaciones
Producción de informe final y revisión del proyecto	Operaciones
Soporte y mantenimiento de la solución	Operaciones
Mejora continua y servicios adicionales	Comercial / Marketing
Pagos y cobros	Económico-financiera

5.1 - Procesos operativos

Los procesos operativos de la empresa se enmarcan dentro de la metodología de desarrollo de un modelo predictivo. Esta metodología comienza por el entendimiento de las necesidades específicas de la mina, que pueden ser distintas en función del cliente con el que trabajemos. A partir de aquí, se realiza un análisis pormenorizado de los datos disponibles en la mina y se desarrolla una prueba de concepto para entender la viabilidad del proyecto. Una vez demostrada la viabilidad del mismo, se preparan los datos, se elabora y evalúa el modelo, y se automatiza la solución, realizando el despliegue de la misma dentro de los procesos de negocio de la mina. El modelo es sujeto a un testeo y mantenimiento constante para evitar que deje de ser operativo.

5.1.1 - Entendimiento del negocio

En esta fase de análisis se describe el universo de estudio del proyecto, comprendiendo la situación de partida de la mina. El entendimiento del negocio nos permitirá inferir cuál es el inventario de recursos con los que contamos: ¿qué datos se están monitorizando en la mina?; ¿con qué nivel de granularidad?; ¿desde cuándo se están almacenando estos datos?; ¿cómo de accesibles son los mismos? Al mismo tiempo, la fase de entendimiento del negocio permite determinar claramente cuáles son los objetivos que el cliente persigue. Gracias a esta fase, identificamos el grado de desarrollo tecnológico del cliente y cuál es el módulo o módulos adecuados en base a dicho grado de desarrollo tecnológico y los recursos disponibles. La fase de entendimiento del negocio se compone de los siguientes pasos:

- **Análisis de la situación de partida del cliente: inventario de recursos, prerequisites, asunciones, limitaciones y riesgos.** ¿Qué equipos de operación están sensorizados?; ¿qué procesos operativos están digitalizados?; ¿desde cuándo se están recogiendo datos?; para aquellos equipos que no están monitorizados, ¿podemos acceder a sus datos a través de una API?; ¿qué nivel de granularidad aporta cada uno de los equipos y procesos operativos?
- **Determinación de los objetivos de la solución:** los recursos disponibles, ¿nos permiten realizar un análisis predictivo o puramente descriptivo?; las conexiones y granularidad existente, ¿nos permiten realizar un análisis en tiempo real o a tiempo vencido?; el histórico de datos, ¿nos permite desarrollar un modelo de detección de anomalías o uno de regresión lineal?; ¿cuáles son los objetivos del cliente?
- **Definición de la solución adecuada para alcanzar el objetivo:** ¿cuál es la mejor solución para alcanzar los objetivos del cliente teniendo en cuenta los recursos disponibles?

5.1.2 - Comprensión de los datos

La fase de comprensión de los datos va muy ligada al desarrollo de la prueba de concepto y la confirmación de la viabilidad de la solución propuesta. Durante esta fase previa al desarrollo de la solución final, se realiza una recogida inicial de datos de la mina, se describen los mismos, se filtran aquellos valores que a priori no aportan información relevante para la solución y pueden conducir a error, se estructuran aquellos datos que puedan ser no estructurados, se ponen en relación los distintos valores y se verifica la selección y estructuración de datos con el cliente. Posteriormente, se desarrolla la prueba de concepto mediante un modelado y

visualización sencilla que permita validar la viabilidad de la solución y la mejora que la misma puede aportar al cliente. La fase de comprensión de los datos será distinta para cada módulo, ya que los datos necesarios para la construcción de cada modelo no son iguales, y dependen del grado de madurez tecnológica del cliente definido anteriormente. La fase de comprensión de los datos se compone de los siguientes pasos:

- **Recogida inicial de datos para prueba de concepto:** a través de los equipos operativos de la mina, se define un dataset de prueba. El tamaño y profundidad de este dataset dependerá del grado de madurez tecnológica del cliente definido en la fase anterior, y la pretensión es que sea lo más amplio posible dentro de dicho grado.
- **Descripción:** una vez determinado el dataset, se pasará a describir cada una de las variables, de nuevo con la colaboración de los equipos operativos de la mina. La descripción de las variables nos permite entender cuál es el objetivo subyacente a cada una de ellas, cuáles aportan valor para el objetivo del modelo y qué relación puede encontrarse entre las mismas.
- **Filtrado:** por una parte, se retiran del dataset aquellas variables que a priori se entienden innecesarias para alcanzar el objetivo del modelo, bien por no contener valores relevantes o contener valores duplicados. Por otra parte, se auditan aquellas variables que sí tienen relevancia, pero contienen valores nulos o blancos (fallos de comunicación, errores en la recogida de datos) que pueden sesgar el funcionamiento del modelo. Dependiendo de la calidad de la variable en relación con el resto de variables, se decidirá por eliminar dichos valores o completarlos mediante soluciones estadísticas.
- **Estructuración:** nuestra solución no cuenta en principio con el uso de datos no estructurados, pero podría darse el caso de algún cliente que utilizara datos no estructurados en sus procesos de negocio, principalmente texto (por ejemplo, una plataforma de gestión de incidentes con amplio peso del texto). Para estos casos particulares, los datos no estructurados deberían pasar por un proceso de estructuración (*text string analysis*). Este paso también comprende la determinación de las relaciones existentes entre los datos, que después resultará fundamental para definir el rol de cada variable en el modelo.
- **Verificación:** el dataset descrito, filtrado y estructurado es valorado por los equipos operativos de la mina, que podrá identificar errores o carencias desde el punto de vista operativo a ser solucionadas antes del desarrollo de la prueba de concepto.
- **Desarrollo de prueba de concepto:** el dataset elegido es integrado en un modelo tipo sencillo y adaptado cada uno de los módulos, que permita visualizar de forma intuitiva las relaciones existentes entre las distintas variables, cómo influye cada una de ellas en la disponibilidad de los equipos de operación y de qué forma pueden predecirse. El análisis se realiza ha pasado, esto es, infiriendo relaciones entre variables que causaron indisponibilidad de los equipos de operación de la mina en el pasado y definiendo cómo nuestro sistema hubiera señalado el fallo antes de que ocurriera. El desarrollo de la prueba de concepto sirve para comprender la viabilidad de la solución aplicada al cliente en concreto.
- **Presentación de los resultados de la prueba de concepto y recomendaciones:** los resultados de la prueba de concepto son presentados al cliente, visibilizando relaciones ocultas entre las variables e influencia esperada de cada una de ellas en la disponibilidad del activo. Este paso se basa más en visualización de los datos y problemas históricos que en predicción, y consiste en demostrar cómo nuestra solución habría detectado ciertos errores en los equipos de operación que

posteriormente se tradujeron en indisponibilidad, como hemos mencionado anteriormente. Al mismo tiempo, se recomienda una serie de acciones al cliente para mejorar la calidad y cantidad de sus datos, y con ello la fuerza predictiva de nuestra solución.

5.1.3 - Preparación de los datos

Una vez aprobada la prueba de concepto por parte del cliente y negociado el desarrollo de la solución final en uno o varios de los módulos, pasamos a la construcción real de la solución. Este proceso comienza siempre por la fase más trabajosa, la preparación de los datos, que será la que determinará en buena medida la calidad del modelo y de los informes presentados al cliente. Esta fase está muy relacionada con la fase anterior de comprensión de los datos, que ayudará a completar la de preparación de los mismos de forma más eficiente. La principal diferencia es que en la fase de comprensión de los datos estamos definiendo, filtrando y relacionando variables para la prueba de concepto, mientras que los datos preparados en esta fase van destinados a la construcción del modelo y el nivel de comprensión de los mismos es más amplio.

- **Selección de datos:** se realiza una selección de aquellas variables que tengan utilidad para la construcción del modelo y se define el papel de cada una de cada una de las variables en el mismo. Los datos seleccionados serán distintos en función del módulo o módulos que hayamos acordado con el cliente.
- **Limpieza de datos:** se establece una serie de reglas de filtrado basadas en el aprendizaje que de la fase anterior: ¿los datos nulos de una variable en concreta siempre deben eliminarse para evitar errores o merece la pena inferir una regla estadística que los complete?; ¿los datos erróneos de cierta variable deben eliminarse o podemos inferir una regla de sustitución?; ¿debe una variable de tipo numérica ser reconvertida siempre en una variable de tipo texto?. Estas reglas automatizarán el proceso de limpieza de datos, que será similar para futuros datasets.
- **Construcción de datos:** ciertas variables del dataset deberán ser construidas con el uso de otras variables, empezando por simples sumas, restas, multiplicaciones o divisiones y terminando por operaciones más complejas. La construcción de variables es fundamental para optimizar el dataset y los cálculos del modelo, y puede ayudar a reducir la duplicación de información y el riesgo que este problema entraña para el modelo. Las variables construidas serán diferentes para cada modelo, en función del módulo en que nos encontremos.
- **Integración de datos:** la construcción de variables lleva directamente a la integración de datos. Como hemos mencionado en el paso anterior, el cálculo de valores implica que las variables utilizadas puedan ser integradas, reduciendo así el número de columnas en nuestro dataset y evitando duplicaciones que serán costosas a la hora de modelar. Este proceso de integración reduce el tamaño de nuestro dataset, facilitando su comprensión y gestión.
- **Descripción del dataset:** el dataset final, con sus reglas de filtrado, sus nuevas variables y sus integraciones, es descrito y presentado al cliente para confirmar que encaja con la realidad de la mina. Este será el dataset que se utilice en la fase de modelado.

5.1.4 - Modelado

En la fase de modelado, el dataset definido en la fase anterior y aprobado por el cliente es utilizado como entrada para el desarrollo de un modelo de tipo predictivo. Hay que tener en cuenta, que el modelo será distinto en función del módulo contratado por el cliente. Así, el objetivo del “Módulo B - Evaluación del Desgaste” será el desarrollo de un modelo sencillo de regresión lineal que permita entender el desgaste de los equipos de operación y de sus

componentes en el corto plazo; el objetivo del “Módulo C - Evaluación de Anomalías” será el desarrollo de un modelo ARIMA de detección de anomalías para detectar aquellos valores que se encuentran fuera de los parámetros habituales de funcionamiento de los equipos de operación y con qué problema futuro pueden estar relacionados; y el objetivo del “Módulo D - Actuación y Prescripción” será el desarrollo de un modelo de *Next Best Maintenance Activity*, mostramos el plan de mantenimiento adecuado para cada equipo en función de la previsión de fallos. Por su parte, el “Módulo A - Cuadro de Mandos Integral” no tiene como objetivo la construcción de un modelo predictivo, sino la visualización de datos procedentes de los distintos equipos de operación en único informe con alto valor descriptivo. Así, el “Módulo A - Cuadro de Mandos Integral” se saltaría esta fase para ir directamente al desarrollo de un sistema de visualización del dataset, en la fase de despliegue de la solución.

- **Selección de técnicas de modelado:** en función del módulo contratado por el cliente y las características del dataset obtenido durante la fase anterior, se seleccionan las técnicas de modelado más adecuadas para asegurar la robustez y fiabilidad del modelo. Este paso incluye el entrenamiento de varios modelos al mismo tiempo, para entender con mayor precisión cuáles son los pros y contras de cada uno, y cuál de los modelos se ajusta más a nuestros objetivos y limitaciones.
- **Testeo general del diseño:** la calidad y robustez del modelo es testeada mediante el uso de distintos datasets, con el objetivo de demostrar que el mismo es aplicable independientemente de los datos que utilice.
- **Construcción del modelo:** el modelo definido y diseñado es construido, evaluando cada una de las fases.
- **Aplicación del modelo:** el modelo construido es aplicado a distintos datasets obteniendo unos resultados que posteriormente serán evaluados.

5.1.5 - Evaluación

La fase de evaluación del modelo resulta crítica para asegurar que los objetivos planteados se están cumpliendo y el modelo está sirviendo efectivamente para identificar fallos en los equipos de operación de la mina y sus componentes antes de que estos ocurran, disminuyendo así los periodos de indisponibilidad de los equipos de operación y reduciendo los costes asociados para el cliente. De esta forma, el modelo de regresión lineal del “Módulo B - Evaluación del Desgaste”, deberá prever en el corto plazo cuándo el desgaste de los componentes alcanzará el punto crítico para ser sustituido, permitiendo con ello la anticipación del equipo de mantenimiento de la mina y evitando averías que penalizan la disponibilidad de los activos. Por su parte, el modelo de detección de anomalías del “Módulo C - Evaluación de Anomalías”, deberá detectar valores anómalos y relacionarlos con problemas más relevantes que podrán afectar la disponibilidad de los equipos de operación en el corto y medio plazo. El modelo *Next Best Maintenance Activity* del “Módulo D - Actuación y Prescripción”, identificará igualmente problemas en un espacio más amplio de tiempo, y recomendará la mejor acción para reducir el periodo de indisponibilidad del activo y los costes asociados.

- **Evaluación de resultados:** los resultados obtenidos a través de los distintos modelos son evaluados y comparados con la realidad, definiendo el grado de acierto y error del modelo. De esta forma, se establece la precisión y la cobertura del modelo, así como el porcentaje de respuesta capturada.
- **Revisión del proceso:** en base a los resultados obtenidos durante la evaluación, se revisará el modelo para mejorarlo o precisar alguno de los objetivos (¿preferimos un modelo con una amplia cobertura o con un alto grado de precisión?; ¿qué tipo de error queremos reducir en nuestro modelo en función de los objetivos de la mina?)

- **Determinación de los siguientes pasos:** una vez el modelo es evaluado y revisado, se definen los siguientes pasos para asegurar la comprensión, automatización y mantenimiento del mismo.

5.1.6 - Automatización

La fase de automatización del modelo nos permite operativizar, automatizar e industrializar los patrones descubiertos y dotarlos de sentido de negocio, para posteriormente poder integrarlos en los procesos de negocio de la mina. La fase de automatización nos permite soportar nuestras necesidades como empresa de manera escalable.

- **Factoría de modelos predictivos:** este paso nos permite generar modelos predictivos a escala masiva para los distintos datasets, conservando una alta capacidad predictiva y de generalización.
- **Simulación:** sobre los modelos predictivos construidos, se añade la capacidad de simular ciertos parámetros para entender cuál es el efecto. La simulación será especialmente relevante en el “Módulo D - Actuación y Prescripción”, ya que al plan de mantenimiento predictivo queremos añadir la capacidad de simular situaciones relacionadas con el mantenimiento del equipo de operación (por ejemplo, ¿cuánto tiempo puede funcionar un equipo si no cambiamos el componente crítico hasta mañana? ¿y hasta pasado mañana?; ¿cuál es el riesgo para la disponibilidad del equipo de actuar ahora o dentro de una semana?, etc.).
- **Optimización:** relacionado con la anterior fase de simulación y de nuevo relevante en el “Módulo D - Actuación y Prescripción”, los parámetros simulados no los introduce, sino el propio sistema, que encuentra el escenario ideal para minimizar la indisponibilidad cumpliendo con una serie de restricciones de costes.

5.1.7 - Despliegue de la solución

Durante la fase de despliegue de la solución, el modelo construido es entregado al cliente en apariencia de informe comprensible, usable y bien integrado en sus sistemas de negocio. La explicación del valor del informe resulta fundamental para asegurar su uso en los distintos niveles de operación de la mina y la existencia de un feedback constante que permita un mantenimiento adecuado y una mejora continua en función de las necesidades de la mina.

- **Plan de despliegue:** el despliegue de la solución y su integración dentro de los procesos de negocio de la mina debe ser minuciosamente planeado, asegurando una transición suave mediante la formación adecuada para los usuarios de la solución y la construcción de un canal adecuado de comunicación para mejorar continuamente el modelo a través del feedback recibido.
- **Desarrollo de sistema de visualización:** la entrega de la solución se materializa en la construcción de unos informes sencillos de utilizar que muestren los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de manera directa y desde un único punto de acceso, permitiendo filtrados y simulaciones en función del usuario del informe.
- **Plan de monitorización y mantenimiento:** la monitorización y mantenimiento del modelo es clave para evitar que el mismo pierda calidad a lo largo del tiempo. De tal forma, se establece un plan de monitorización y mantenimiento del modelo que permita la revisión constante del mismo y priorice la conservación de un alto nivel de predicción.
- **Producción del informe final:** todo el proceso operativo desarrollado para cada cliente es recogido en un informe final que incluya información relevante sobre cada uno de los pasos dados hasta la entrega de la solución final, los problemas encontrados y cómo se han solucionado. Este informe será útil no sólo como manual de instrucciones

del proyecto para el cliente, sino especialmente para nosotros, como guía de futuras soluciones.

- **Revisión del proyecto:** todo el desarrollo del proyecto es revisado internamente para identificar puntos fuertes y débiles, riesgos, soluciones y aprendizajes que serán utilizados en futuros proyectos, bien sea con el mismo o con otros clientes. En esta fase, se revisan los siguientes pasos a dar con el cliente para el cuál se ha desarrollado la solución: ¿cómo ha aumentado el grado de madurez tecnológica del cliente?; ¿qué valor ha obtenido de nuestra solución?; ¿cuál es el siguiente módulo que puede resultar de su interés?

5.1.8 - Soporte de la solución

El despliegue de la solución y el plan de mantenimiento no es el paso final, ya que tenemos que definir un servicio de soporte operativo para el cliente, que además de facilitarle la vida nos permita conseguir más información sobre cómo se está utilizando la solución, cuáles son los problemas más habituales y cómo podemos solucionarlos. El soporte de la solución se estructura en distintas etapas a nivel interno, aunque a nivel externo el cliente sólo considerará un único punto de soporte.

- **Soporte del modelo:** resolución de dudas y problemas relacionados con el funcionamiento y calidad del modelo.
- **Soporte y control de la solución:** resolución de dudas y problemas relacionados con el funcionamiento del sistema de visualización entregado al cliente.
- **Soporte de la plataforma tecnológica:** resolución de problemas relacionados con la plataforma tecnológica (conexión de APIs, refresco de Bases de Datos, etc.)

5.2 - Procesos comerciales y de marketing

Los procesos comerciales y de marketing son aquellos encaminados a identificar y desarrollar clientes, negociar y acordar la venta de nuevos servicios y mantener y fidelizar a los clientes existentes. Los procesos comerciales y de marketing son comunes a todos los módulos de nuestra solución, aunque su enfoque variará en función de la fase del ciclo de vida en la que se encuentre el cliente. Para nuevos clientes, nuestro foco estará en la comprensión de sus necesidades y situación actual, buscando encajar nuestra solución a las mismas. Para clientes más consolidados, nuestros procesos pasarán por monitorizar y controlar sus necesidades y el uso de nuestras herramientas, con el objetivo de mejorarlas y ofrecer servicios adicionales. El entendimiento de las necesidades del cliente y la búsqueda de la solución ideal, es siempre el mantra fundamental que conecta con los procesos operativos y nos permite posicionarnos como un actor necesario en el desarrollo de la mina. Este entendimiento de las necesidades de la mina es posible gracias al conocimiento profundo de los procesos, actividades y tendencias mineras que tiene nuestro departamento de comercial y marketing.

5.2.1 - Identificación de clientes

La primera fase de los procesos comerciales y de marketing pasa por la identificación de clientes potenciales y el descubrimiento y validación de clientes: de todas las minas existentes, ¿cuáles tienen entidad suficiente para desarrollar una solución de estas características?; de entre las minas con una entidad suficiente, ¿cuáles se encuentran en un grado de madurez tecnológica suficiente como para afrontar una solución como la nuestra?; ¿cuáles de estos potenciales clientes tienen un interés real en el desarrollo de la solución?

- **Elaboración de estudio de mercado:** el primer paso para identificar los clientes potenciales es el desarrollo de un estudio de mercado que identifique el estado y

evolución del sector minero, el número, tamaño y relevancia de los actores y el grado de madurez tecnológica de los subsectores que conforman el sector minero.

- **Desarrollo de material informativo sobre la solución:** una vez identificados los principales actores mediante el desarrollo de un estudio de mercado, estos tienen que tener la capacidad de visualizar el resultado de la solución, mediante el desarrollo de demos y material informativo que demuestra el valor de nuestros servicios y el efecto que nuestra contratación puede suponer para el futuro de la mina.
- **Identificación de clientes potenciales:** los principales actores pasan a convertirse en clientes potenciales tras una primera fase de acercamiento a través de la presencia eventos y ferias del sector. Este tipo de eventos nos permiten identificar a los individuos claves dentro de la organización del cliente y entablar contacto con ellos para conocer sus necesidades y expectativas.
- **Descubrimiento del cliente:** una segunda fase de acercamiento a los clientes potenciales identificados el paso anterior nos permite conocer de primera mano el grado de madurez tecnológica de la mina, los procesos de recogida de datos que se están llevando a cabo en ese momento y las limitaciones y necesidades que encuentran en su día a día.
- **Validación del cliente:** el descubrimiento del cliente nos permite calificar el mismo como potencial comprador de nuestra solución o descartarlo.

5.2.2 - Desarrollo de clientes

Los clientes validados como compradores potenciales de nuestra solución pasan a la fase de desarrollo de clientes, que nos llevará a determinar los objetivos del mismo y vincularlos a nuestra solución y a cerrar un acuerdo de prueba de concepto para determinar la viabilidad de la misma y su capacidad de cumplir los objetivos de la mina.

- **Aproximación comercial:** durante la aproximación comercial, al comprador potencial se le hace una oferta en firme para el desarrollo de la solución. Esta oferta en firme incluye una descripción de la solución, plazos, objetivos y coste estimado de la solución.
- **Determinación de los objetivos del cliente:** la aproximación comercial sirve al mismo tiempo para ajustar los objetivos del cliente y definir el alcance del acuerdo de prueba de concepto.
- **Acuerdo de prueba de concepto:** previo a la construcción de la solución, se acuerda el desarrollo de una prueba de concepto que permita validar la viabilidad de la misma y ajustar a las necesidades reales del cliente, a la disponibilidad real de datos y al grado de madurez tecnológica. El acuerdo de prueba de concepto, de nuevo muy ligado a los procesos operativos, permita definir qué módulo es el más adecuado para ofrecer valor real al cliente dentro de las limitaciones que el mismo pueda tener.

5.2.3 - Acuerdo comercial

Una vez desarrollada la prueba de concepto y demostrada la viabilidad y alcance del proyecto, pasamos a definir los pormenores del mismo, el módulo o módulos a desarrollar, los tiempos y niveles de servicio y el soporte que vamos. El acuerdo comercial pasa por la negociación del precio y de los niveles de servicio.

- **Negociación comercial:** acuerdo del precio de desarrollo, soporte y uso de la solución.
- **Acuerdo de desarrollo y nivel de servicios:** describir el servicio, documenta los objetivos de nivel de servicio y especificar nuestras responsabilidades como proveedor del servicio y las del cliente.

5.2.4 - Mantenimiento de clientes

La fase de mantenimiento de clientes está más vinculada a las etapas de crecimiento y madurez del ciclo de vida del cliente. Esta fase es especialmente relevante en nuestra solución, ya que la misma está compuesta por varios módulos que irán siendo ofrecidos a la mina a medida que aumenta su grado de madurez tecnológica y con ello sus necesidades de análisis de datos y modelización predictiva. Así, la fase de mantenimiento de clientes tiene un carácter comercial muy relevante en nuestros procesos, permitiendo monitorizar el servicio ofrecido y los nuevos objetivos para ofrecer la siguiente solución más adecuada. Para llegar a este punto de crecimiento del nivel de servicios y aumento de módulos en la solución ofertada, debemos tener una visión muy clara de cómo el cliente está utilizando nuestra solución, qué problemas encuentra, qué soporte le damos y cuáles van a ser los siguientes pasos en la implementación de la estrategia digital de la mina. En definitiva, comprender el ciclo de madurez tecnológica de la mina y adelantarnos al siguiente escenario.

- **Mejora continua:** muy relacionada con el soporte de la solución ofrecido al cliente en los procesos operativos, la mejora continua es una fase de monitorización y comprensión de los problemas y limitaciones que el cliente encuentra en el uso de nuestra solución, el modo de solucionarlos, los requisitos de cambio y mejora y, en definitiva el uso que se hace de los informes. Esta información nos permite dibujar en qué fase se encuentra el cliente dentro del uso de la solución y cuáles son sus expectativas respecto al uso futuro de los datos de la mina.
- **Servicios adicionales:** una buena comprensión del paso anterior nos ayuda a definir cuáles son los servicios adicionales que podemos ofrecerle al cliente en un momento concreto. Estos servicios adicionales pasan por la adición de nuevos módulos a la solución, el desarrollo de informes y visuales personalizados o la construcción e inclusión de nuevos análisis e indicadores claves de éxito de los procesos mineros.

5.3 - Procesos económico-financieros

Los procesos económico-financieros de la empresa resultan una actividad de soporte fundamental, tanto para precisar el marco de acción económico en el que nos movemos como para determinar presupuestos para cada uno de los proyectos. El departamento económico-financiero se ocupa así, en primer lugar, de la financiación de la empresa, la elaboración y control del presupuesto anual y los flujos de pagos y cobros, y en segundo lugar, de la especificación de presupuestos para los clientes.

5.3.1 - Preparación y presentación de presupuestos

El presupuesto para desarrollo de nuestra solución variará en función de las características de cada cliente. De esta forma, la construcción del “Módulo A - Cuadro de Mandos Integral” para una mina que tenga sus equipos de operación monitorizados e integrados, tendrá un coste distinto que la construcción del “Módulo D - Actuación y Prescripción” para una mina que recoja una gran cantidad de datos pero con poca integración entre ellos.

- **Preparación y presentación de presupuesto para la elaboración de la prueba de concepto:** el desarrollo de la prueba de concepto tiene un precio para el cliente. Este precio nos permitirá disuadir a aquellos clientes que no tengan un interés real en la implantación de la solución final, y al mismo tiempo nos permitirá cubrir el coste de la propia prueba de concepto.
- **Preparación y presentación de presupuesto para la solución:** una vez la prueba de concepto ha sido superada y demostrada la viabilidad del proyecto y el estado de los

sistemas de la mina, se prepara un presupuesto final para la construcción de la solución acordada.

5.3.2 - Control económico-financiero

Además de controlar los presupuestos para los proyectos vendidos a los clientes, el departamento económico-financiero se encarga de elaborar los presupuestos de la empresa y controlar el cumplimiento del mismo. Esta tarea puede estructurarse en los siguientes pasos:

- **Elaboración y aprobación de presupuesto anual.**
- **Control de presupuesto.**
- **Control de flujo de tesorería.**
- **Gestión de pagos y cobros de clientes.**

5.3.3 - Financiación

El departamento económico-financiero es igualmente el encargado de gestionar la búsqueda de financiación y los repagos de la deuda que la empresa pueda tener.

- **Búsqueda de financiación.**
- **Control de deuda.**

5.4 - Procesos de IT

A diferencia de en otras empresas donde el departamento de IT actúa como soporte tecnológico para la propia empresa, nuestro departamento de IT se centra en el soporte tecnológico de la solución que ofrecemos a los clientes, siendo por tanto un departamento plenamente operativo. El servicio de soporte propio de nuestra empresa es externalizado, y de esta forma nuestros expertos informáticos actúan como un valor clave en la construcción y mantenimiento la solución, poniendo todos nuestros medios a disposición de las necesidades del cliente. Los procesos gestionados el departamento de IT incluyen el control de los flujos de datos y el almacenamiento de los mismos, la construcción y mantenimiento de soluciones de almacenaje adecuadas para el cliente y la seguridad de los mismos.

5.4.1 - Conexión y mantenimiento de APIs

Dentro del flujo de datos que incorpora nuestra arquitectura, el paso de la información de la base de datos del cliente a nuestro propio sistema resulta fundamental para asegurar el funcionamiento lógico del mismo con una regularidad adecuada al nivel de servicio acordado con el cliente. De esta forma el funcionamiento de las conexiones es vigilado por nuestro departamento de IT, que recibe alertas cuando alguna conexión falla y encuentra la mejor manera de solucionar el problema.

5.4.2 - Construcción y mantenimiento de bases de datos

Los datos almacenados en los distintos sistemas del cliente pasan a nuestra propia arquitectura a través de las APIs anteriormente mencionadas. A partir de aquí, nuestro equipo de IT almacena los datos de la forma más adecuada dentro de nuestro propio sistemas y se encarga de mantener el funcionamiento del mismo.

5.4.3 - Almacenamiento y flujos de datos

Al igual que los datos acceden a nuestro sistema desde el sistema del cliente, estos se almacenan y fluyen a través de distintas bases de datos dentro de nuestro sistema. Nuestro

equipo de IT se encarga de esta forma de asegurar que los flujos de datos se producen sin problemas.

5.4.4 - Seguridad

La seguridad en los datos es un aspecto fundamental en el sector minero, de ahí que la gestión de la misma suponga una fase clave dentro de nuestros procesos de IT, asegurando siempre que los datos de un cliente no se contaminan con los de otro cliente y protegiendo el sistema de ataques externos.

6 – Solución

6.1 – Solución integral

Nuestra propuesta de valor se materializa en la construcción de una herramienta de planificación del mantenimiento de los principales equipos de operación minera en base a las condiciones reales de uso y funcionamiento de los mismos y a las necesidades del negocio. Esta herramienta se configura como un informe que se alimenta del resultado de una serie de modelos predictivos aplicados sobre las distintas fuentes de datos existentes en la mina. El producto final es un plan de mantenimiento predictivo para cada uno de los equipos de operación. Este plan de mantenimiento predictivo detecta cuándo están los equipos próximos a una avería para actuar a tiempo, planificar las actividades de mantenimiento de acuerdo a las condiciones reales del equipo, reducir los costes de indisponibilidad para la mina y aumentar la productividad del equipo, teniendo siempre en cuenta las necesidades y limitaciones del negocio.

Gracias a nuestra herramienta, los encargados de operaciones y mantenimiento de la mina cuentan con información suficiente para cumplir los planes de operación y mantenimiento, considerando siempre con sus objetivos de negocio, estos son, minimizar los tiempos de indisponibilidad de los equipos y maximizar la producción y rendimiento de las explotaciones mineras.

Nuestra solución pasa por la ingesta de datos procedentes de los diferentes sistemas de la mina y la aplicación de modelos predictivos a los mismos. Este proceso no siempre es comprensible para las unidades de negocio, por lo que resulta fundamental que la solución entregada al cliente permita una visualización sencilla de los resultados de los modelos, en definitiva, un clásico plan de mantenimiento de equipos de operación, empoderado y enriquecido por la aplicación de modelos predictivos.

A pesar de la progresiva digitalización y datificación del sector minero es un hecho, somos conscientes de la existencia de distintos grados de madurez tecnológica dentro del sector. Por esta razón, nuestra solución se estructura en cuatro módulos. Como hemos mencionado, cada uno de estos módulos representa una propuesta de valor en sí misma, adaptable a las necesidades y limitaciones del cliente. La implementación de uno u otro módulo dependerá del grado de madurez tecnológica del cliente, esto es, de sus limitaciones en la recogida y almacenamiento de datos. De esta forma, la solución integral mencionada en los párrafos anteriores se corresponde con el “Módulo D - Actuación y Prescripción”. Para alcanzar este objetivo materializado en el plan de mantenimiento predictivo para los equipos de operación,

los clientes menos maduros tecnológicamente deberán pasar por los módulos anteriores, que se irán desgranando posteriormente.

La parte más interesante de esta solución estructurada en módulos es el hecho de que cada módulo suponga una solución en sí mismo, aportando un valor al cliente para el cuál se desarrolla. Así, la normalización y visualización de datos sobre los principales parámetros de los equipos de operación en un único dashboard (“Módulo A - Cuadro de Mandos Integral”) aporta un claro valor en aquellas minas que no cuenten con soluciones de visualización de los datos de los equipos. Al mismo tiempo, la construcción de un plan de mantenimiento predictivo (“Módulo D - Actuación y Prescripción”) aporta valor en aquellas minas que ya estén acostumbradas a visualizar los datos de los equipos de operación y elaborar análisis de regresión sencillos.

El objetivo final a alcanzar en nuestra relación con los clientes siempre será el desarrollo de la solución integral, esto es, el plan de mantenimiento predictivo de los equipos de operación. Este objetivo nos obliga a construir una relación duradera, comprendiendo el uso de nuestra solución y las nuevas necesidades que surjan en el cliente a medida que aumente su grado de madurez tecnológica.

6.2 – Módulos de la solución

6.2.1 – Módulo A - Cuadro de Mandos Integral

El primero de los módulos en los que se estructura nuestra solución va dirigido a aquellas minas que no cuenten con sistemas de normalización y visualización de los datos procedentes de los equipos de operación.

Este módulo pasa por la construcción de un dashboard o cuadro de mandos integral que monitoriza y visualiza el funcionamiento de los principales equipos de operación de la mina en tiempo real. La información ofrecida tiene un carácter puramente descriptivo, esto es, no pasa por ninguna capa de análisis previo, y permite hacer visible el funcionamiento y estado de los componentes y subsistemas claves de los equipos en tiempo real desde un único informe. De esta forma, los responsables de operaciones y mantenimiento puedan ver con sus propios ojos qué está ocurriendo en la mina y tomar las mejores decisiones en base a esta información.

Los datos que construyen el cuadro de mandos integral son los datos de funcionamiento procedentes de los equipos de operación de la mina, recogidos a través de sensores y telemetría, son normalizados al entrar en nuestra plataforma para ser directamente visualizados a través de un informe, el Live Dashboard. Aunque la existencia de telemetría en los principales equipos de operación se entienda como precondition para el desarrollo del Módulo A, pueden plantearse soluciones intermedias en aquellas minas que se encuentren en un menor grado de datificación. Estas soluciones intermedias pasan por renunciar a la visualización en tiempo real para conectarse directamente al equipo y recoger los datos en momentos puntuales. La solución ideal pasará siempre por la visualización de datos procedentes de telemetría en tiempo real a través del Live Dashboard.

Módulo A – Cuadro de Mandos Integral



6.2.2 – Módulo B - Evaluación del Desgaste

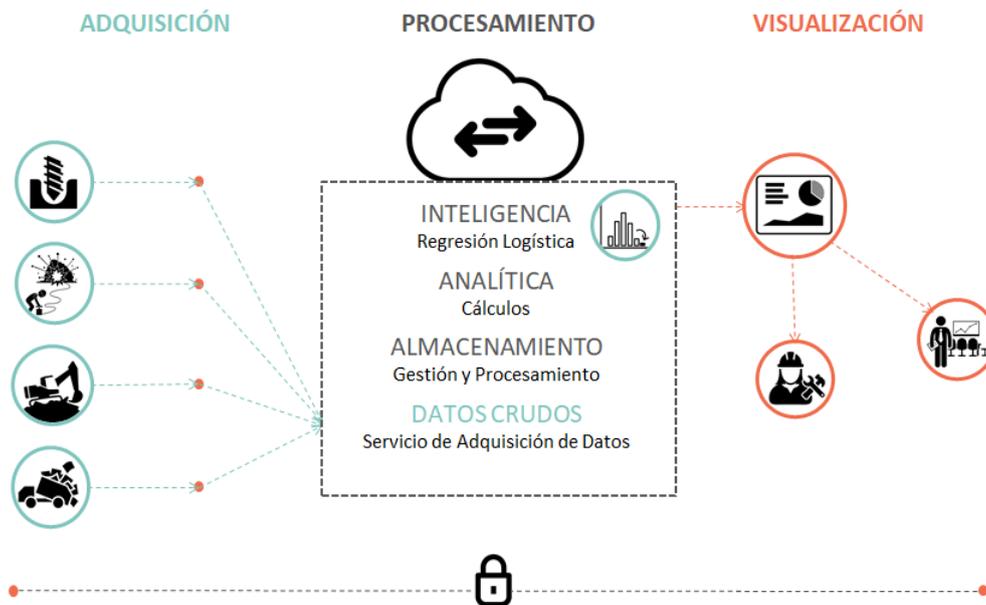
El segundo de los módulos en los que se estructura nuestra solución va dirigido a aquellas minas que cuenten con datos de uso y funcionamiento de los equipos y dispongan de sistemas de análisis y visualización de carácter descriptivo, bien sea a través de soluciones propias o de nuestro Módulo A.

Este módulo pasa por la evaluación del desgaste de los principales componentes y subsistemas de los equipos de operación, ofreciendo información de carácter predictivo sobre el estado de los mismos en el corto plazo, y alertando sobre posibles averías inminentes.

Para evaluar el desgaste de los principales componentes y subsistemas, los datos de uso, funcionamiento y características de los equipos se analizan a través de un modelo de regresión logística. La información ofrecida tiene carácter predictivo y ofrece una idea del estado futuro de los equipos mediante la evolución de sus parámetros. Esta información es especialmente relevante para los encargados del mantenimiento de los equipos de operación.

La información sobre la evolución del desgaste de los componentes y subsistemas que conforman el equipo se visualiza a través del Wear Dashboard. El Wear Dashboard es un informe sencillo que hace visible los resultados del análisis de regresión, alertando anticipadamente a los responsables de operaciones y mantenimiento sobre el grado de desgaste. Además de visualizar, el Wear Dashboard nos permite enviar alertas a los responsables en caso de criticidad de alguno de los parámetros.

Módulo B – Evaluación del Desgaste



6.2.3 – Módulo C - Evaluación de Anomalías

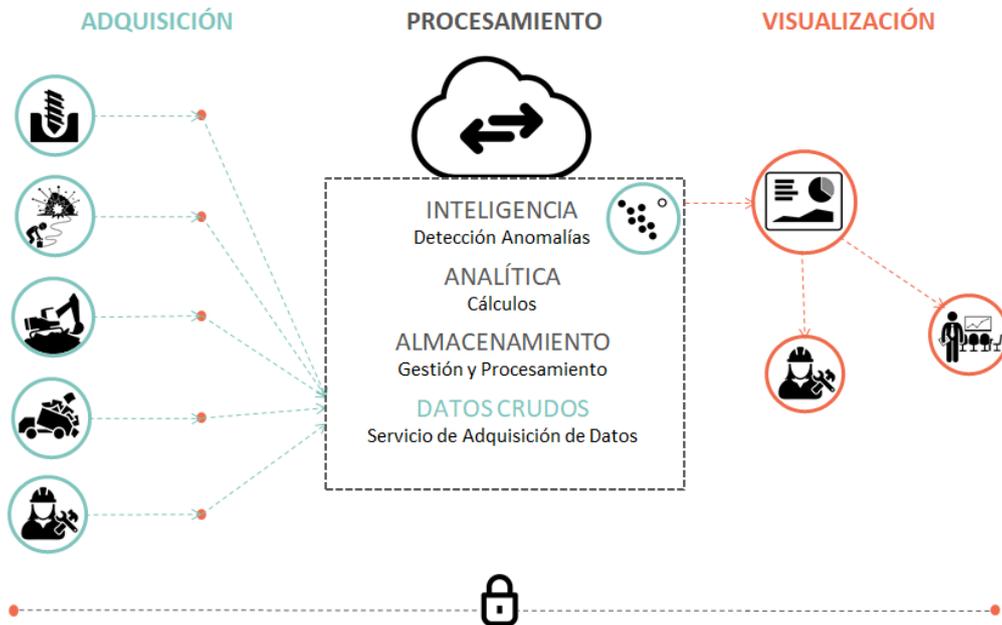
El tercero de los módulos en los que se estructura nuestra solución va dirigido a aquellas minas que se encuentran en un grado de madurez tecnológica similar a las del Módulo B, es decir, minas que cuentan con datos de uso y funcionamiento de los equipos y dispongan de sistemas de análisis descriptivo. La principal diferencia se encuentra en el hecho de que estos datos deberán haber sido recogidos y almacenados durante un periodo más largo de tiempo para poder aplicar el modelo propuesto con éxito.

Este módulo pasa por la evaluación de las anomalías existentes en los parámetros procedentes de los principales componentes y subsistemas de los equipos de operación. Estas anomalías se consideran tales cuando son comparadas, por un lado, con la media habitual de los parámetros, y por otro lado, con una serie de reglas predefinidas. El objetivo de analizar las anomalías es identificar valores que puedan ser indicativos de fallos en los equipos, y atacar el problema antes de que se produzca la avería.

Para evaluar las anomalías, los datos de uso, funcionamiento y características de los equipos son ingestados en nuestro sistema y analizados a través de un modelo ARIMA de detección de anomalías. La información ofrecida tiene un carácter predictivo, y permite detectar fallos tempranos en los subsistemas y componentes que puedan causar averías futuras. Esta información es especialmente relevante para los encargados del mantenimiento de los equipos de operación minera.

Los resultados del modelo de detección de anomalías se presentan al cliente a través del Outliers Dashboard, un informe de carácter predictivo que muestra las condiciones normales de funcionamiento de los equipos y los valores atípicos encontrados, alertando de forma temprana sobre aquellos parámetros que puedan indicar futuros fallos. Además de visualizar, el Outliers Dashboard nos permite enviar alertas a los responsables en caso de criticidad de alguna de las anomalías detectadas en el análisis.

Módulo C – Evaluación del Anomalías



6.2.4 – Módulo D - Actuación y Prescripción

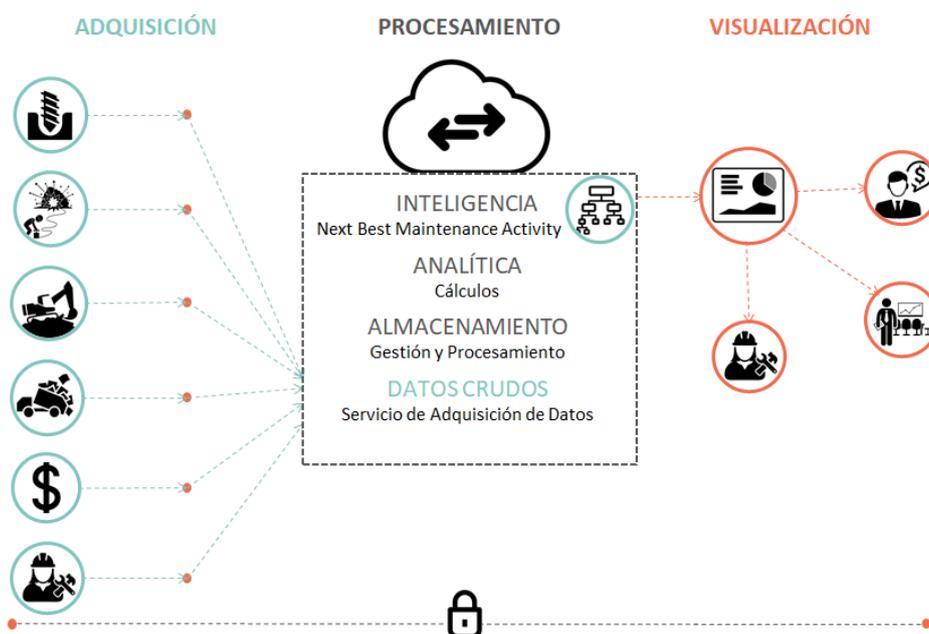
El cuarto y último de los módulos en los que se estructura nuestra solución se configura como la solución integral anteriormente descrita, y va dirigida a aquellas empresas con mayor grado de madurez tecnológica que cuenten con sistemas de visualización y análisis sencillo de los datos de la mina, bien a través de soluciones propias o de nuestros Módulos A, B y C.

Este módulo pasa por la construcción de un plan de mantenimiento predictivo para los equipos de operación de la mina, evaluando el momento más adecuado para el desarrollo de las actividades de mantenimiento de los equipos en base a las condiciones de uso, funcionamiento, características e historial de mantenimiento de los mismos. Además, el plan de mantenimiento predictivo considera el coste asociado a los fallos y prioriza las actividades de mantenimiento considerando dichos costes.

Para construir el plan de mantenimiento predictivo, nuestro sistema ingesta los datos sobre las condiciones de uso, funcionamiento, características, historial de mantenimiento, catálogo de componentes y costes de indisponibilidad asociados, analizando los mismos a través de una serie de modelos predictivos encuadrados en el *Next Best Maintenance Activity*. El resultado final es una matriz de acción que distribuye en las columnas las actividades de mantenimiento y en las filas cada uno de los equipos con sus componentes y subsistemas. El valor de cada una de celdas es el resultado probabilístico de la aplicación del modelo multiplicado por el coste que implicaría para la mina no desarrollar la actividad de mantenimiento. De esta forma, construimos un plan de mantenimiento predictivo actualizado en base al estado real de los equipos.

Los resultados de la aplicación de los modelos se presenta en el modo de matriz que acabamos de mencionar en el Oversight Dashboard, un informe de carácter predictivo que muestra el mejor programa de mantenimiento para cada equipo y permite realizar proyecciones a futuro. Este informe resulta fundamental como guía para los encargados de mantenimiento de la mina, pero también para los de operaciones, que verán reducida la indisponibilidad sobrevenida de los equipos y pueden prever sus tareas de forma más precisa.

Módulo D – Actuación y Prescripción



6.3 – Integración con los procesos de negocio del cliente y resultado esperado

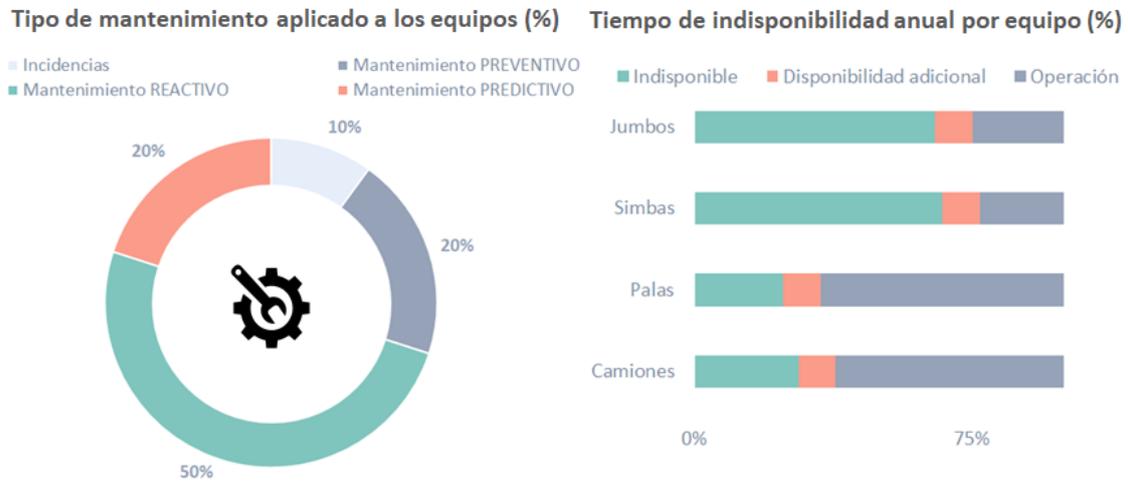
Desde un **punto de vista tecnológico**, nuestra solución se adapta a los procesos del cliente sin causar ningún perjuicio ni molestia, conectándose a los orígenes de datos de cada aplicación. Esta conexión a los orígenes de datos será en modo lectura con queries ya prediseñadas, lo que permitirá una rápida lectura de los datos para que se muestre en nuestros dashboards. Esta conexión podrá realizarse con diferentes orígenes de datos de forma simultánea.

Desde un **punto de vista operativo**, nuestra solución afectará fundamentalmente a los departamentos de Mantenimiento y Operaciones de la explotación minera de una forma muy positiva. Mantenimiento contará con información real y veraz sobre el estado de los indicadores clave de cada equipo y le permitirá saber cómo de próxima está una avería del equipo, pudiendo tomar decisiones prácticamente en tiempo real, durante el turno, que aportan gran valor a la explotación. Estas decisiones podrán ser tomadas por superintendentes, gerentes, supervisores o técnicos, es decir, todos aquellos que tengan acceso a la visualización de los KPI. La información ofrecida por nuestra solución permitirá de esta forma planificar tanto las tareas de mantenimiento como el tiempo de indisponibilidad del equipo.

El departamento de operaciones podrá así ajustar la planificación de extracción y producción de la mina, lo que supondrá una mayor capacidad de optimizar los procesos de mantenimiento de equipos de la mina y mayor efectividad del proceso productivo. Conseguir extraer material con menor uso de recursos o con un uso más eficiente de los recursos actuales, supondrá un mejor desempeño económico de la unidad de negocio.

Nuestra solución alerta a los encargados de mantenimiento sobre futuras averías que afectarán a los equipos de operación, reduciendo el mantenimiento reactivo y sustituyéndolo por mantenimiento predictivo, mejor planificado, más eficiente y menos costoso. El **objetivo** de Mininsight es reducir el mantenimiento reactivo del 70% que aún supone en muchas minas al 50%, sustituyendo ese **20% por mantenimiento predictivo**. Este porcentaje es similar al

porcentaje actual que las minas suelen emplear en mantenimiento preventivo, y supondría un **aumento medio de la disponibilidad de los activos de un 10%**. El ahorro de costes para una mina de tamaño medio de extracción metálica y con unos 30 equipos, sería de cerca de medio millón de euros anuales.



Ahorro anual = 500,000 €

6.4 – Arquitectura de la solución

Nuestra solución se adapta a los sistemas de recogida de datos existentes en la mina, normalizando los datos extraídos a través de los distintos sistemas para después integrarlos y almacenarlos en una plataforma propia que nos permite realizar el análisis. Tras una auditoría inicial de fuentes y tipos de datos, desplegamos la solución técnica más adecuada para solucionar el problema del cliente, basándonos siempre en las premisas de escalabilidad y flexibilidad, esto es, disposición para crecer e integrar fuentes de datos adicionales en el futuro, a medida que varían las necesidades y el grado de madurez tecnológica del cliente.

Nuestra propuesta de valor pasa por planificar las actividades de mantenimiento de los principales equipos de operación minera en base a las condiciones reales de uso y funcionamiento y a las necesidades del negocio, reduciendo los costes de la indisponibilidad de los equipos y aumentando la productividad de los mismos. Como hemos mencionado anteriormente, la solución se estructura en cuatro módulos bien diferenciados y adaptables.

La mayoría de los datos que alimentan nuestro sistema tienen un carácter estructurado y proceden de dos fuentes fundamentales: el sistema de telemetría y sensorización de los equipos de operación y los distintos sistemas de información de la mina. Estos últimos se corresponden con las principales áreas de operación: Desarrollo, Producción, Extracción-Transporte, Servicios y Mantenimiento.

Para cada uno de estos equipos de operación disponemos de una serie de datos específicos dispersos entre los sistemas de telemetría y sensorización y los distintos sistemas de información de la mina. Esto implica que, aunque la mayoría de los datos son de carácter estructurado, los orígenes y lugares de almacenamiento son distintos, y el grado de integración entre ellos es bajo. De esta forma, los datos han sido divididos en seis categorías distintas en función del tipo de información que aporta, las características de dicha

información, el sistema de recogida y almacenamiento, y los atributos de los propios datos. Estas seis categorías serán posteriormente definidas.

Los datos procedentes de los sensores y los distintos sistemas de información de la mina son ingestados por nuestra plataforma. Una parte de los datos es mostrada directamente al cliente a través de un informe. Otra parte es almacenada y posteriormente analizada a través de distintos modelos predictivos. Estos modelos varían en función del módulo en que nos encontremos y serán posteriormente descritos en detalle.

Una vez superada la fase de análisis y modelado, la información obtenida se muestra al cliente a través de una serie dashboards. De nuevo, el tipo de dashboard variará en función del módulo en que nos encontremos. Cada uno de estos dashboards es definido con posterioridad.

6.4.1 – Fuentes y tipos de datos

Los equipos de operación en los que se centra la solución y en los que se pretende aumentar la disponibilidad son cuatro: jumbos, simbas, palas y camiones. Estos cuatro equipos operan de forma ininterrumpida en la mina, en tres turnos diarios de ocho horas cada uno. Los jumbos son equipos de perforación compuestos por un conjunto de martillos que se emplean para practicar agujeros en los que introducir la carga de explosivos que posteriormente permitirá la excavación de un túnel. Los simbas son equipos de perforación compuestos por un conjunto de martillos de alta velocidad para la ejecución de trabajos de apertura y excavado de túneles sobre el trabajo anteriormente desarrollado por los jumbos. Por su parte, las palas se encargan de recoger la materia mineral procedente del proceso de excavación de túneles y transportarla hasta los camiones, que son los que finalmente la depositan en la zona de almacenamiento, a la espera de su entrada en la planta de tratamiento de mineral.



La mayoría de los datos utilizados en nuestra solución están relacionados con estos cuatro equipos de operación y proceden de dos fuentes principales: el sistema de telemetría de los propios equipos (datos de funcionamiento de los mismos) y los distintos sistemas de información de la mina (datos de uso, mantenimiento, características generales del equipo, componentes y subsistemas).

A pesar de tener orígenes y lugares de almacenamiento distintos, la mayoría de los datos son de carácter estructurado. Sin embargo, su dispersión impide que estén integrados. Los datos utilizados en nuestra solución han sido divididos en cinco categorías distintas en función del tipo de información que aporta, las características de dicha información, el sistema de recogida y almacenamiento, y los atributos de los propios datos. Hay que tener en cuenta que todos los datos no son necesarios para cada módulo, como iremos desgranando a continuación.

6.4.1.1. Datos sobre las características de los equipos

La primera categoría de datos aporta información sobre las **características de los equipos de operación**, esto es, cuáles son los atributos que convierten en único cada equipo. Esta

información es de naturaleza identificativa y permite distinguir los principales rasgos de los equipos, sus componentes y subsistemas.

La información sobre las características de los equipos de operación forma parte del sistema operativo de la mina, y no suele modificarse de forma reiterada a lo largo de la vida del equipo, a menos que se produzcan reemplazos de componentes o subsistemas. De esta forma, la información recogida es de carácter estructurado y estática. Los datos sobre los equipos de operación son utilizados para todos los módulos. A continuación añadimos algunos ejemplos de especificaciones para cada uno de los tipos de equipos.

Jumbos

General	Marca; Modelo; Altura; Longitud; Área de cobertura; Radio de giro exterior; Radio de giro interior.
Sistema de aire	Capacidad máxima; Velocidad regulable; Manómetro y presión de aire
Brazo de perforación	Número de brazos; Tipo de brazo; Máxima extensión del brazo; Máxima extensión de la deslizadera; Giro de la deslizadera; Máximo ángulo de elevación; Máximo ángulo de giro; Peso.
Vehículo transportador	Tipo de cabina; Tipo de asiento; Tipo de motor; Potencia nominal; Dirección articulada; Transmisión; Neumáticos; Frenos de servicio; Volumen del depósito de combustible; Sistema eléctrico; Baterías.
Sistema eléctrico	Potencia instalada total; Voltaje; Motores principales; Frecuencia; Método de arranque; Protección contra sobrecarga; Cuentahoras de percusión; Indicador de fallo a tierra.
Sistema hidráulico	Bombas hidráulicas; Bombas descargadas en el arranque; Volumen del depósito de aceite hidráulico; Filtración; Aceite hidráulico.
Sistema de agua	Bomba booster de agua; Capacidad máxima; Presión mínima de entrada de agua.
Martillo	Tipo de martillo; Altura de cobertura; Anchura de cobertura.

Simbas

General	Marca; Modelo; Altura; Longitud; Área de
---------	------------------------------------------

	cobertura; Radio de giro exterior; Radio de giro interior.
Sistema de aire	Capacidad máxima; Velocidad regulable; Manómetro y presión de aire
Brazo de perforación	Número de brazos; Tipo de brazo; Máxima extensión del brazo; Máxima extensión de la deslizadera; Giro de la deslizadera; Máximo ángulo de elevación; Máximo ángulo de giro; Peso.
Vehículo transportador	Tipo de cabina; Tipo de asiento; Tipo de motor; Potencia nominal; Dirección articulada; Transmisión; Neumáticos; Frenos de servicio; Volumen del depósito de combustible; Sistema eléctrico; Baterías.
Sistema eléctrico	Potencia instalada total; Voltaje; Motores principales; Frecuencia; Método de arranque; Protección contra sobrecarga; Cuentahoras de percusión; Indicador de fallo a tierra.
Sistema hidráulico	Bombas hidráulicas; Bombas descargadas en el arranque; Volumen del depósito de aceite hidráulico; Filtración; Aceite hidráulico.
Sistema de agua	Bomba booster de agua; Capacidad máxima; Presión mínima de entrada de agua.
Martillo	Tipo de martillo; Altura de cobertura; Anchura de cobertura.

Palas

General	Marca; Modelo; Altura; Longitud.
Motor	Modelo; Potencia nominal; Potencia bruta; Calibre; Carrera; Cilindrada, Tren de Fuerza, Nivel refrigerante del motor, Temperatura refrigerante del motor, Tiempo en función de temperatura del aire de la admisión, Tiempo en función de presión de refuerzo, Tiempo en función de la velocidad del motor y factor de carga del motor, ocurrencias totales en función de velocidad del motor, tiempo en función de la velocidad del motor.
Funcionamiento	Capacidad de carga útil nominal; Peso bruto; Carga de vuelco estática; Carga límite de

	equilibrio estático a giro pleno; Fuerza de arranque, Tiempo en marcha en vacío total, total horas de operación, veces que el motor arranca, revoluciones totales, revoluciones promedio, porcentaje de tiempo de velocidad en vacío, factor de carga general, promedio de consumo de combustible, distancia total, tiempo en control remoto.
Pesos	Vacío; Con carga; Eje trasero; Eje delantero.
Transmisión	1ª marcha de avance; 2ª marcha de avance; 1ª marcha atrás, Marcha de avance máxima de la transmisión, Marcha de retroceso máximo de la transmisión
Tiempo de ciclo hidráulico	Elevación; Descarga; Vacío; Tiempo de ciclo total.
Dimensiones de giro	Oscilación del eje; Ángulo de articulación; Radio de espacio libre interior; Radio libre exterior.
Neumáticos	Tamaño; Modelo.
Extras	Estado de instalación del ECM de la estación remota del operador, Sensor de presión del aceite de la transmisión, Activación de parada de motor del sistema con operador presente de control remoto, Activación de parada de motor del sistema con operador presente, Configuración de dirección de máquina, Velocidad de activación del control de amortiguación.

Camiones

General	Marca; Modelo; Altura; Longitud.
Motor	Modelo; Potencia nominal; Potencia bruta; Calibre; Carrera; Cilindrada.
Pesos	Intervalo del peso de la caja; Intervalo del peso del chasis; Peso de funcionamiento bruto de la máquina.
Funcionamiento	Capacidad de carga útil nominal; Ángulo de dirección; Capacidad colmada; Espacio libre de la máquina; Diámetro de giro; Velocidad máxima con carga.
Transmisión	1ª marcha de avance; 2ª marcha de avance; 1ª marcha atrás.
Suspensión	Oscilación del eje trasero; Carrera del cilindro efectiva.

Frenos	Diámetro exterior; Normas; Superficie de frenado.
Capacidad de llenado de servicio	Sistema de refrigeración; Cáster; Depósito de la dirección; Diferenciales; Tuberías hidráulicas de los frenos.

6.4.1.2. Datos sobre las condiciones de funcionamiento de los equipos

La segunda categoría de datos aporta información sobre las **condiciones de funcionamiento de los equipos de operación**. Esta información muestra cuál es el estado de los equipos, sus principales componentes y subsistemas mediante la sensorización de los principales parámetros. Estos datos son recogidos por el propio equipo de operación o por los sistemas de sensorización implantados en los mismos, y pasan a formar parte del sistema de producción de la mina.

La información sobre las condiciones de funcionamiento de los equipos de operación es dinámica y tiene una alta granularidad. Por lo tanto, nos encontramos ante datos dinámicos de carácter estructurado. Los datos sobre las condiciones de funcionamiento de los equipos de operación son utilizados en vivo por el 'Módulo A - Cuadro de Mandos Integral'. Los mismos datos son posteriormente utilizados por el resto de módulos tras una fase de reposo, análisis y modelado.

Estos datos no tienen por qué depender siempre de un sistema de sensorización propio, ya que buena parte de los equipos de operación recogen los principales valores de funcionamiento en sus propios sistemas. De tal forma, y una vez conectados al sistema de recogida de datos del equipo, tendríamos acceso a los datos sobre las condiciones de funcionamiento sin depender de un sistema de sensorización externo que puede estar lejos del grado de madurez tecnológica de ciertos clientes. Otros clientes con mayor grado de madurez tecnológica preferirán sin embargo utilizar los datos de su propio sistema de sensorización.

A continuación añadimos algunos ejemplos de especificaciones para cada uno de los tipos de equipos.

Nivel de refrigerante del motor
Combustible
Revoluciones
Distancia
Temperatura del refrigerante del motor
Temperatura del aire de admisión
Presión de refuerzo
Velocidad
Presión del aceite del motor

6.4.1.3. Datos sobre las condiciones de uso de los equipos

La tercera categoría de datos aporta información sobre las **condiciones de uso de los equipos de operación**. Esta información muestra cuál es el contexto del funcionamiento de los equipos, es decir, qué uso se hace de los mismos en los procesos operativos de la mina y por parte de quién, cuáles son las condiciones de trabajo y dónde se ha llevado a cabo el mismo. Estos datos son recogidos por los operarios al empezar y terminar su turno y se almacenan en el sistema operativo de la mina.

La información sobre las condiciones de uso de los equipos de operación recogida es relativamente estática, ya que sólo se actualiza al comenzar y finalizar cada turno de trabajo, esto es, 16 veces al día. Además, su carácter es estructurado. Los datos sobre las condiciones de uso de los equipos de operación son utilizados por los Módulos B, C y D. A continuación añadimos algunos ejemplos de datos de este tipo.

Nombre del operador
Localización inicio de turno / Localización final de turno
Turno / Fecha
Estado inicio de turno / Estado final de turno
Tipo de tarea realizada
Longitud perforada / Longitud limpiada
Profundidad alcanzada
Consumo de aceros
Desplazamiento
Avería mecánica / Avería eléctrica
Inspección visual equipo
Comprobación niveles equipo
Estado frenos
Estado luces
Estado neumáticos
Comprobación fugas aceite

6.4.1.4. Historial de mantenimiento de los equipos

La cuarta categoría de datos aporta información sobre el **historial de mantenimiento de los equipos de operación**. Esta información muestra detalles sobre los fallos y averías que se han producido en cada equipo, sus causas, las tareas de mantenimiento a las que han sido sometidos, cuándo se han llevado a cabo dichas tareas y cuáles son los planes de mantenimiento propuestos por el fabricante. Los datos no son generados en la mina, sino en el taller, por parte de los operarios de taller, e integrados en el sistema de mantenimiento de la mina.

La información sobre el historial de mantenimiento de los equipos de operación es actualizada en base diaria por parte de los operarios, por lo que puede considerarse estática y de carácter estructurado. Los datos sobre el historial de mantenimiento de los equipos de operación son utilizados en el Módulo D. A continuación añadimos algunos ejemplos de datos de este tipo.

Planificación de tareas y ruta crítica
Recursos humanos
Recursos materiales
Tipo de reparación
Tiempo de reparación
Proceso de reposición
Nivel de impacto
Procesos de mantenimiento
Lavado de deslizadera
Engrase de carrete de mangueras y polea de avance
Comprobación del nivel de tensado del cable o cadena
Comprobación de fugas y roturas en las mangueras
Comprobación de acumuladores
Comprobación del nivel de aceite de lubricación
Comprobación de la presión del dämper
Comprobación de daños y fugas en el brazo
Comprobación del aplastamiento de los cables de los sensores de contorno
Comprobación del nivel hidráulico
Comprobación del drenado del tanque hidráulico
Comprobación de la obturación del nivel de aceite del motor
Comprobación de la limpieza del filtro de aire
Comprobación del nivel de refrigerante
Comprobación de la limpieza del filtro de agua
Comprobación del control de fugas por latiguillos y válvulas de corte
Características del mantenimiento preventivo aplicado
Características del mantenimiento reactivo aplicado

6.4.1.5. Catálogo de componentes de sustitución de los equipos

La quinta categoría de datos es menos específica de las operaciones de la mina, y aporta información sobre el **catálogo de componentes de sustitución de cada equipo de operación y**

sus precios. Esta información muestra el precio de los componentes de sustitución para distintos fabricantes, así como los descuentos aplicables por los mismos.

Los datos no son generados por la propia mina, sino por los fabricantes, aunque forman parte de los sistemas de información de la mina, y permiten afrontar las adquisiciones de componentes de sustitución basadas en las recomendaciones del módulo D. Estos datos son estructurados y de carácter estático, ya que sólo se modifican trimestralmente. A continuación añadimos algunos ejemplos de datos de este tipo.

Tipo de componente
Marca del componente
Características del componente
Precio del componente
Descuentos aplicables

6.4.1.6. Costes de indisponibilidad asociados al mantenimiento de los equipos

La sexta categoría de datos forma parte de las operaciones de la mina, y aporta información sobre los **costes de la indisponibilidad asociados al mantenimiento de los equipos de operación**. Esta información muestra el coste que ha supuesto para la mina la indisponibilidad de los equipos de operación durante el periodo de mantenimiento y reparación.

Los datos son generados por los propios sistemas operativos de la mina, y permiten construir el plan de mantenimiento más adecuado para cada equipo teniendo en cuenta la criticidad de los componentes y los costes para la mina. Estos datos permiten afinar el sistema de recomendaciones del módulo D y definir un plan de mantenimiento no sólo basado en el estado de los equipos, sino también en las necesidades operativas y económicas de la explotación minera. Estos datos son estructurados y de carácter estático, modificándose de forma diaria a medida que se calculan los costes de la indisponibilidad. A continuación añadimos algunos ejemplos de datos de este tipo.

Avería
Actividad de mantenimiento
Fecha y hora de inicio
Fecha y hora de fin
Tiempo de duración
Producción perdida
Coste asociado

6.4.2 – Plataforma tecnológica

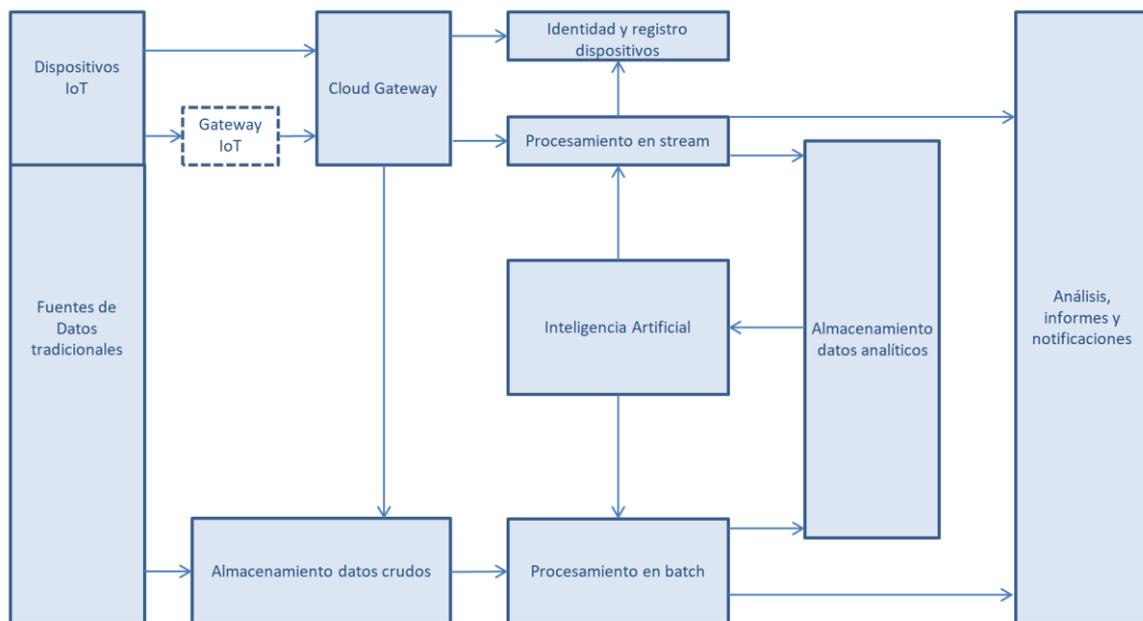
Nuestra solución es capaz de adaptarse a las necesidades y características de cada cliente. De esta forma, tras el análisis inicial de fuentes y tipos de datos, desplegamos la mejor solución técnica para su problema. En la mayoría de casos nos encontraremos fuentes de datos estructuradas provenientes de los sistemas de información propios de la mina, pero queremos que la plataforma esté preparada para ingestar cualquier tipo de datos.

Proponemos implementar nuestra solución en un entorno Cloud de Microsoft Azure.

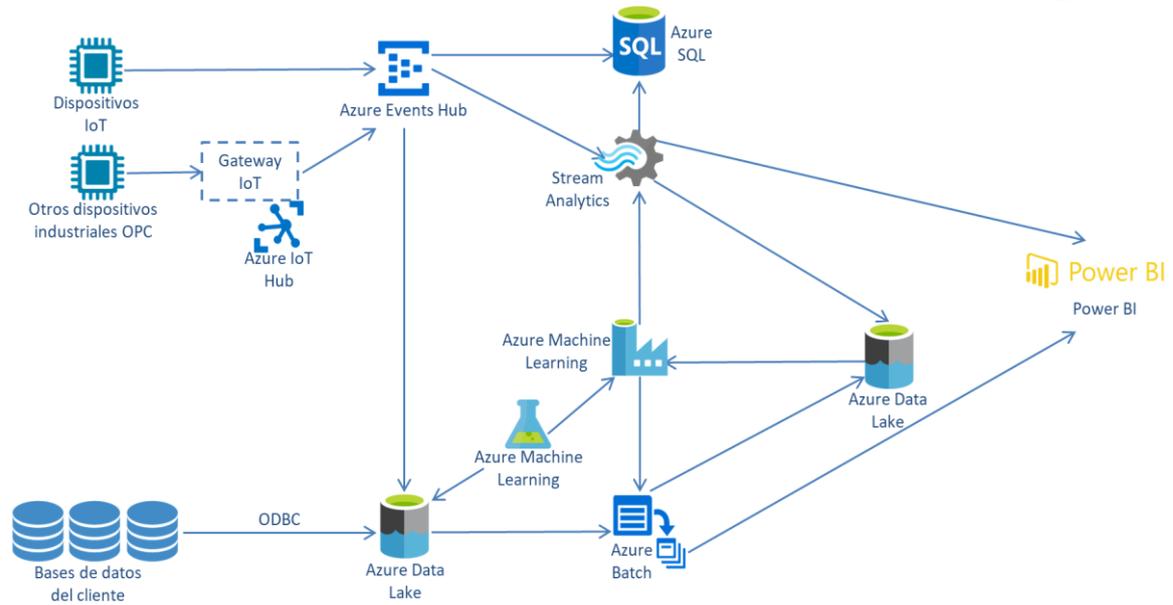
¿Por qué una arquitectura Cloud?

La arquitectura Cloud permite ensamblar diferentes componentes para construir una solución segura, completa y escalable, permitiendo una máxima flexibilidad respecto a los posibles escenarios que podamos encontrarnos en el futuro. Estas son las principales razones que motivan la elección de una arquitectura Cloud para nuestra solución:

- **Heterogeneidad:** la arquitectura Cloud propuesta permite acomodarse a una amplia variedad de escenarios, dispositivos, métodos de procesamiento y estándares de comunicación. Debe estar capacitada para una amplia heterogeneidad de hardware y software.
- **Seguridad:** las soluciones que incluyen IoT presentan una fuerte conexión entre el mundo físico y el mundo digital. La arquitectura Cloud permite la incorporación de medidas de seguridad y privacidad a través de todas las áreas, incluyendo identificación de dispositivos, autenticación, autorización y protección de datos para los datos en reposo y en movimiento.
- **Alta escalabilidad:** la arquitectura en Cloud permite la conexión de millones de dispositivos, facilitando el desarrollo de pruebas de concepto (PoC) y proyectos pilotos que empiezan con un pequeño número de dispositivos y alcanzan escalas muy superiores cuando pasan a producción.
- **Flexibilidad:** las necesidades heterogéneas del IoT necesitan la integración de dispositivos y componentes diversos. La arquitectura Cloud planteada permite el uso de diversas tecnologías y la adición de diferentes módulos para integrarlas.



La plataforma tecnológica de Azure que soporte la arquitectura incluya los siguientes componentes y servicios, que detallaremos a continuación:



¿Por qué Azure?

Microsoft Azure es una de las plataformas clouds más avanzadas y con un mayor grado de despliegue en el entorno industrial en términos globales.

- **Privacidad:** Microsoft Azure es el primer proveedor certificado con cumplimiento en términos de normativas de protección de datos, destacando la directiva europea GDPR.
- **Seguridad:** Microsoft Azure incorpora seguridad, privacidad y cumplimiento en su metodología de desarrollo, y ha sido reconocida como la plataforma Cloud más fiable para las instituciones gubernamentales de EE.UU., obteniendo una alta calificación FedRAMP.



- **Cobertura:** Microsoft Azure cuenta con una amplia cobertura en todo el mundo, con numerosos centros regionales.



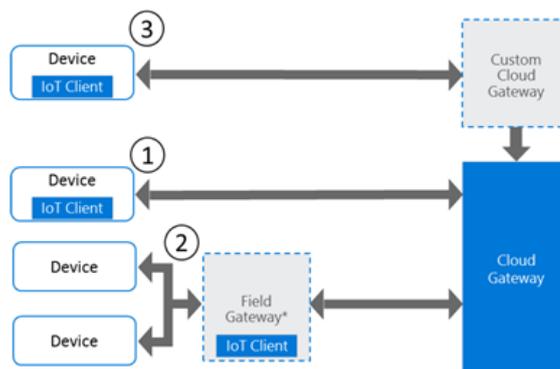
- **Perfiles disponibles:** Microsoft Azure es una herramienta bien conocida entre los profesionales, lo que nos permite encontrar un amplio abanico de perfiles de desarrolladores en el mercado.
- **Integración:** Microsoft Azure es una herramienta de Microsoft, fácilmente integrable con otras herramientas de la compañía, que son generalmente las más utilizadas en entornos de negocio. Especialmente, la integración con Microsoft Power BI, la principal herramienta de visualización de datos del mercado, es directa y fácilmente gestionable.
- **Familiaridad:** conocimiento de las distintas herramientas del entorno Cloud de Microsoft Azure por parte de los miembros del equipo.
- **Costes:** los precios de las distintas herramientas de Microsoft Azure se encuentran dentro de la media de mercado para todos los proveedores que ofrecen los mismos estándares de calidad, seguridad y nivel de servicio.

6.4.2.1. Adquisición de datos

Nuestra solución utiliza fundamentalmente dos tipos de datos bien diferenciados, que serán adquiridos y procesados de forma independiente, aunque el proceso de almacenamiento y posterior aplicación de inteligencia artificial sea común para ambos. Estos dos tipos de datos son:

- **Datos dinámicos sobre el funcionamiento de los equipos:** los datos dinámicos sobre el funcionamiento de los equipos proceden de los sistemas de sensorización y telemetría de la mina, y una vez ingestados se utilizan en todos los módulos. Sin embargo, la utilización de los datos en el “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral” se realiza en vivo y con un carácter descriptivo, lo que marcará las peculiaridades de la plataforma. Los datos procedentes de los sistemas de sensorización y telemetría de los equipos de operación, es decir, los datos dinámicos, pueden conectarse a la plataforma directamente o mediante un Cloud Gateway.
- **Datos estáticos procedentes del resto de sistemas de información de la mina:** los datos procedentes del resto de sistemas de información de la mina son estáticos, cambiando con mucha menor frecuencia que los anteriores. De esta forma, el proceso de ingesta será distinto. A través de nuestra plataforma, podemos conectarnos y sincronizar con las bases de datos del cliente usando interfaz Open DataBase Connectivity (ODBC).

A continuación, representamos conceptualmente las diferentes opciones de conectividad para los datos dinámicos procedentes de dispositivos IoT y telemetría:



(1) Conectividad directa del dispositivo a la puerta de enlace de la nube: para dispositivos con capacidad de IP que pueden establecer conexiones seguras a través de Internet (WAN).

(2) Conectividad a través de un gateway de campo: para dispositivos que usan protocolos específicos de la industria (como CoAP5, OPC), tecnologías de comunicación de corto alcance (como Bluetooth, ZigBee), así como para dispositivos con recursos limitados que no pueden alojar un TLS / Pila SSL, o dispositivos no expuestos a Internet. Esta opción también es útil cuando la agregación de flujos y datos se ejecuta en una puerta de enlace de campo antes de transferirla a la nube.

(3) Conectividad a través de una puerta de enlace en la nube personalizada: para dispositivos que requieren la traducción de protocolos o algún tipo de procesamiento personalizado antes de llegar al punto final de comunicación de la puerta de enlace a la nube.

En nuestra solución, el Cloud Gateway lo provee el servicio **Azure IoT Hub**, que permite comunicaciones bidireccionales seguras y fiables entre la parte final de su solución y millones de dispositivos. Este servicio permite que la solución:

- Reciba telemetría a escala desde sus dispositivos.
- Enrute los datos de sus dispositivos a un procesador de eventos de flujo.
- Reciba cargas de archivos desde dispositivos.
- Envíe mensajes de nube a dispositivo a dispositivos específicos.

El Custom Cloud Gateway permite conectar la información de la red industrial de adquisición del cliente hasta los puntos finales de IoT Hub, funcionando como puente del tráfico entre los datos de campo que transmitidos desde la red del cliente e IoT HuB (routers en instalaciones de cliente con capacidad de establecer comunicaciones con Cloud IoT).

El Gateway de Campo será hardware concentrador de comunicaciones de dispositivos industriales de campo, para facilitar el tráfico de datos de dispositivos mencionados en caso 3 (Concentrador IoT con soporte de protocolos industriales).

6.4.2.2. Procesamiento de datos

Una vez más, tenemos que distinguir entre el procesamiento de los datos dinámicos de funcionamiento de los equipos, y el procesamiento del resto de datos estáticos, procedentes de los distintos sistemas de información de la mina.

Para el procesamiento de flujo de eventos generado por los datos dinámicos, haremos uso de la herramienta **Azure Events Hub**, una plataforma de ingesta de eventos y procesamiento de datos en streaming de gran escalabilidad, capaz de recibir y procesar millones de eventos por

segundo. Event Hubs puede procesar y almacenar eventos, datos o telemetría generados por dispositivos y software distribuido. Los datos enviados a un centro de eventos se pueden transformar y almacenar con cualquier proveedor de análisis en tiempo real o adaptadores de procesamiento por lotes y almacenamiento. Con la capacidad para ofrecer funcionalidades de publicación y suscripción, con una latencia baja y a gran escala, Event Hubs sirve, en definitiva, como vía de entrada y procesamiento para los macrodatos procedentes de los equipos de operación.

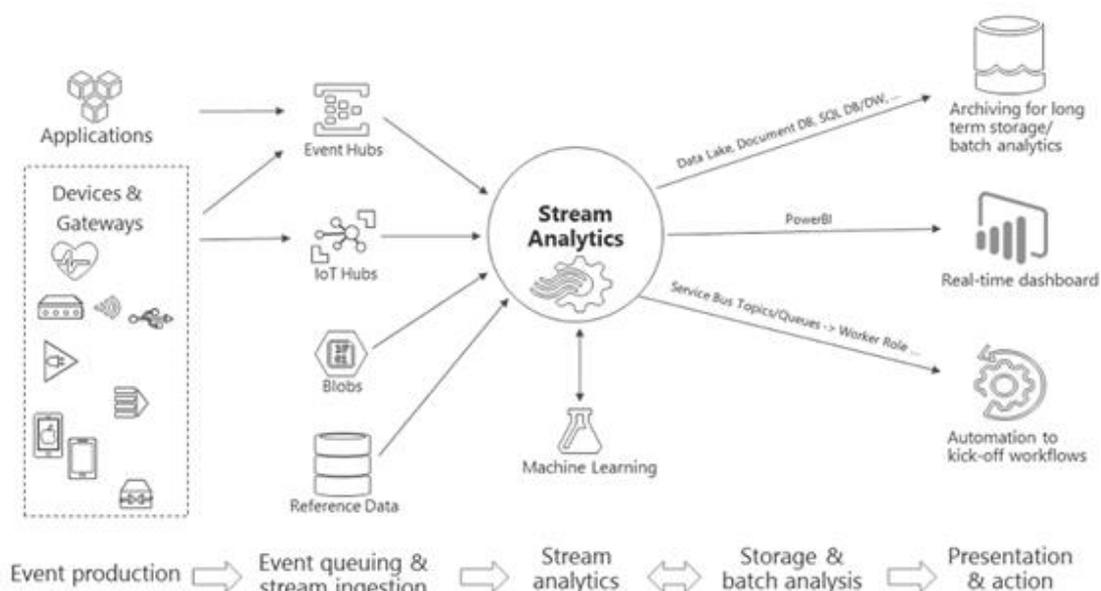
En nuestro caso Azure Events Hub realizará dos funciones de procesamiento con estos datos:

- Por un lado, transferirá los datos desde las instalaciones del cliente a nuestro Data Lake, donde serán almacenados para futuros análisis.
- Por otro lado, transferirá los datos a un servicio de analítica en tiempo real para realizar ciertas operaciones básicas de limpieza y resumen antes de la presentación al cliente.
- Además, enviará los datos sobre la identidad de los dispositivos de campo a una base de datos SQL para tener almacenada las entidades de los objetos de campo

El procesamiento de los datos en vivo continúa por tanto con el servicio de **Azure Stream Analytics**.

Azure Stream Analytics es un motor de procesamiento de eventos que configura cómputos analíticos en tiempo real en datos de transmisión. Los datos pueden provenir de dispositivos, sensores, sitios web, redes sociales, aplicaciones, sistemas de infraestructura y más. Con Azure Stream Analytics podemos examinar grandes volúmenes de transmisión de datos desde dispositivos o procesos, extraer información de esa secuencia de datos, identificar patrones, tendencias y relaciones, para almacenar, visualizar o activar nuevos procesos (órdenes de trabajo en campo, por ejemplo).

El servicio de Azure Stream Analytics es fundamental para la propuesta de valor de nuestro “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral”, que ofrece la visualización en tiempo real del estado de los principales componentes y subsistemas de los equipos de operación críticos.



Para los datos estáticos, procedentes del resto de sistemas de información de la mina, utilizaremos un procesamiento más lento, ya que el objetivo no es visualizar esos datos en tiempo real, sino utilizarlos cuando sea necesario para la construcción de modelos y su posterior visualización. El servicio utilizado para el procesamiento de estos datos es **Azure Batch**.

Azure Batch tiene como finalidad ejecutar trabajos por lotes de cómputo en paralelo y con alto rendimiento de manera eficiente dentro del Cloud de Azure. Azure Batch crea y administra un grupo de nodos de cálculo (máquinas virtuales), instala las aplicaciones que desea ejecutar y programa los trabajos para que se ejecuten en los nodos. Para ello utiliza las API y herramientas de Batch, scripts de línea de comandos o directamente en el portal de Azure para configurar, administrar y supervisar los trabajos. Azure Batch nos permitirá así procesar de forma eficiente los lotes de datos necesarios para el entrenamiento de los distintos modelos utilizados en los Módulos B, C y D de nuestra solución.

6.4.2.3. Almacenamiento de datos

Nuestra arquitectura utilizará fundamentalmente dos tipos de almacenamiento:

- **Azure SQL Data Base:** SQL Database es un servicio de base de datos relacional de propósito general en Microsoft Azure que admite estructuras tales como datos relacionales, JSON, espaciales y XML. Ofrece rendimiento escalable dinámicamente y ofrece opciones como índices de almacén de columnas para análisis e informes analíticos extremos y OLTP en memoria para un procesamiento transaccional extremo. Microsoft maneja todos los parches y actualizaciones de la base de código SQL sin problemas y abstrae toda la administración de la infraestructura subyacente.

El objetivo de Azure SQL Data Base dentro de nuestra solución es muy específico: almacenar la información identificativa de los dispositivos de campo, esto es, sensores que proporcionan los datos de funcionamiento de los equipos. Esta información identificativa incluye nombre, número de identificación, estructura, formatos, etc.

- **Azure Data Lake:** Azure Data Lake es un repositorio de hiperescala cargas de trabajo analíticas de big data en entornos empresariales. Azure Data Lake permite capturar datos de cualquier tamaño, tipo y velocidad de ingestión en un solo lugar para realizar análisis operativos y exploratorios. Azure Data Lake está específicamente diseñado para permitir el análisis de los datos almacenados y está ajustado para el rendimiento de los escenarios de análisis de datos. Además, incluye de fábrica todas las capacidades de nivel empresarial: seguridad, capacidad de administración, escalabilidad, confiabilidad y disponibilidad, esenciales para casos de uso empresarial en el mundo real.

El objetivo de Azure Data Lake en dentro de nuestra solución es almacenar todos los datos procedentes de los sistemas de sensorización y telemetría de la mina, así como el resto de datos estáticos procedentes de los distintos sistemas de información, para su posterior análisis y modelado.

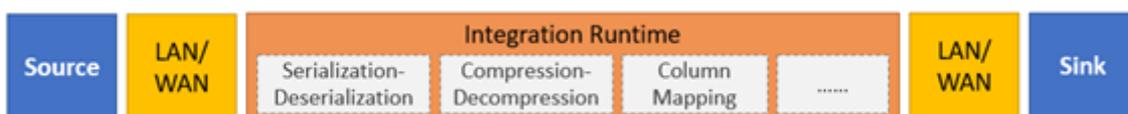
6.4.2.4. Transformación e integración de datos

Otro de los pasos fundamentales de nuestra solución es la transformación e integración de datos procedentes de fuentes muy heterogéneas. Dentro de nuestra plataforma, esta tarea se realiza a través de **Azure Data Factory**, servicio administrado en el Cloud de Azure que está especialmente diseñado para proyectos híbridos de extracción-transformación-carga (ETL) e integración de datos.



Azure Data Factory permite crear flujos de trabajo para orquestar y automatizar el movimiento de datos y la transformación de los mismos. Con Azure Data Factory, crearemos y programaremos flujos de trabajo basados en datos (llamados interconexiones) que pueden ingerir datos de fuentes dispares. Podemos procesar y transformar los datos mediante el uso de servicios de cómputo tales como Azure Machine Learning.

A la hora de conectar y recolectar datos, Azure Data Factory permite la copiar datos desde una fuente (bases de datos, datalakes, ficheros, protocolos genéricos como ODBC, OData, HTTP, etc.) hasta un sumidero (sink):



Este proceso se subdivide en tres pasos:

- Lectura de datos de un almacén de datos de origen.
- Operaciones de serialización / deserialización, compresión / descompresión, asignación de columnas, etc. Realiza estas operaciones según las configuraciones del conjunto de datos de entrada, el conjunto de datos de salida y la actividad de copia.
- Escritura de datos en el almacén de datos de destino / receptor, en nuestro caso, Azure Data Lake.

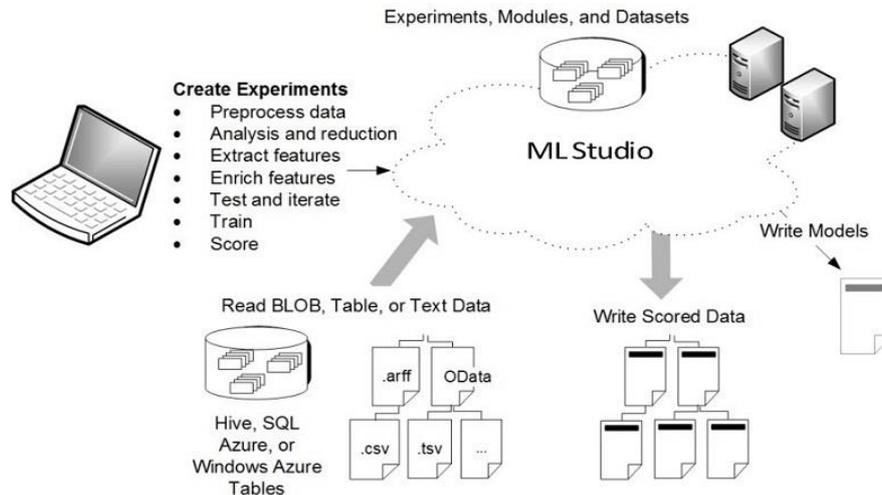
Una vez publicados los datos de salida en nuestro almacén de datos (Azure Data Lake), las aplicaciones de inteligencia empresarial (Power BI) los consuman. En última instancia, a través de Azure Data Factory, los datos sin procesar se pueden organizar en Datamarts significativos para tomar mejores decisiones en distintas áreas.

6.4.2.5. Análisis y modelado de datos

El proceso de análisis y modelado de los datos almacenados en nuestro Data Lake dará lugar a la producción de modelos distintos según el módulo en que nos encontremos que, en última instancia, se presentan al cliente a través de nuestra herramienta de visualización (Power BI).

La herramienta elegida para analizar los datos y desarrollar nuestros modelos es **Azure Machine Learning Studio**. Esta herramienta dispone de una gran cantidad de algoritmos de

aprendizaje automático, junto con módulos que ayudan en preparación de los datos de entrada y la visualización de los de salida. Con estos componentes desarrollaremos los modelos de análisis predictivo y también podremos entrenarlos. Luego, con un solo clic, pondremos en producción el modelo en el Cloud de Azure para que la salida de los mismos pueda visualizarse a través de Power BI.



6.4.3 – Modelos de Análisis

Los modelos de análisis son una de las piezas claves de nuestra solución, desarrollados dentro del servicio Azure Machine Learning Studio de nuestra plataforma Cloud. Los modelos de análisis son los encargados de utilizar los datos procedentes de los distintos sistemas de la mina y convertirlos en información y recomendaciones para la toma de decisiones de los responsables de operaciones y mantenimiento de la mina. De esta forma, los modelos de análisis transforman los datos en información valiosa para el negocio, y buscan siempre el cumplimiento de los objetivos de negocio establecidos (reducción de la indisponibilidad de los principales equipos).

Machine Learning Studio es capaz de generar múltiples modelos con distintos niveles de profundidad cuya salida servirá como entrada fundamental para los informes presentados en cada uno de los módulos de nuestra solución. Los modelos utilizados en cada uno de los módulos son distintos, aunque el sistema construcción y gestión de los mismos es muy similar. Debemos tener en cuenta que el “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral” es de carácter descriptivo y no incluye proceso de modelado.

En un sistema de estas características, compuesto por múltiples modelos, la generación automática y el gobierno de los mismos es fundamental. Antes de describir con más precisión los principales modelos utilizados en cada uno de los módulos de nuestra solución, indicamos brevemente las fases que seguimos para la creación de los mismos.

1. Definición del universo de estudio.
 - a. Selección de variables.
 - b. Elección del tipo de muestreo.
2. Análisis descriptivo.
 - a. Explotación visual.
 - b. Filtrado de variables.

- c. Estadísticas descriptivas.
3. Manipulación de los datos.
 - a. Cálculo de nuevas variables.
 - b. Imputación de valores blancos.
4. Modelización.
 - a. Regresión logística.
 - b. Detección de anomalías.
 - c. Next Best Maintenance Activity.
5. Evaluación.
 - a. Comparación de modelos con criterios estadísticos y de negocio.
 - b. Elección del modelo adecuado.

6.4.3.1. Módulo B – Evaluación del Desgaste: modelo de regresión logística

El Módulo B de nuestra solución se centra en evaluar el desgaste de los principales componentes y subsistemas de los equipos de operación de la mina. La evaluación del desgaste se realiza a través de un modelo de regresión logística, que es capaz de predecir la probabilidad de que un evento se produzca o no en el futuro próximo.

El modelo de regresión logística es especialmente útil cuando las variables son de tipo dicotómicas, es decir, existen dos respuestas posibles. En este caso, las respuestas son:

- Suceso 1: se produce el fallo.
- Suceso 2: no se produce el fallo.

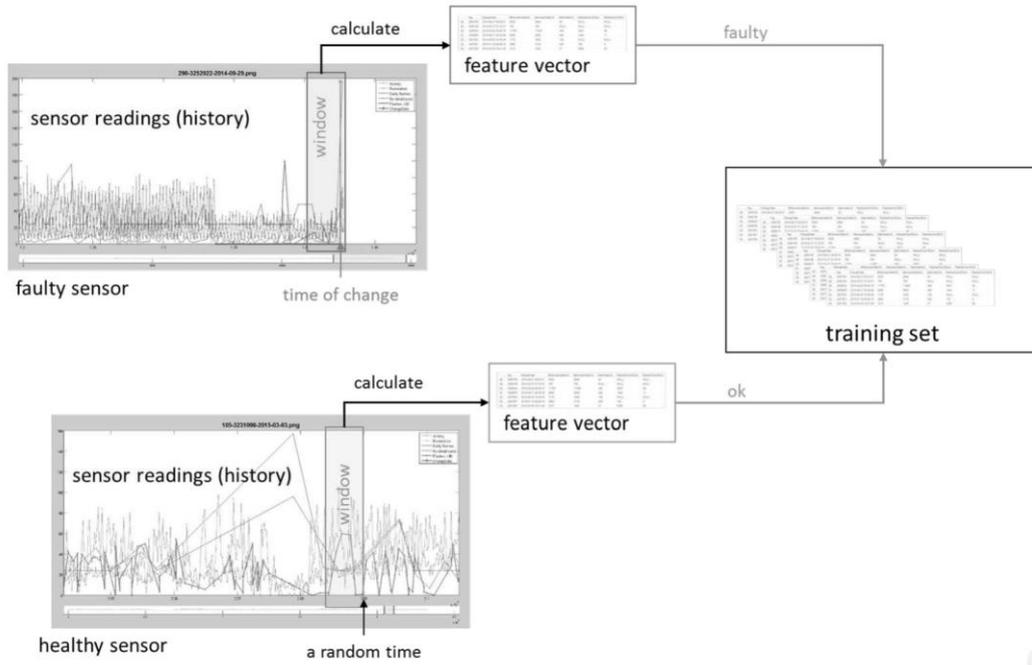
Para el caso de la evaluación del desgaste de los equipos se utiliza la regresión logística de tipo binario. El funcionamiento de los sensores y la telemetría de los equipos establecerán correlaciones en las que podrá observarse que cuando un conjunto de sensores toman unos parámetros determinados, con una cierta probabilidad ocurrirá un suceso determinado.

6.4.3.2. Módulo C – Evaluación de Anomalías: modelo ARIMA

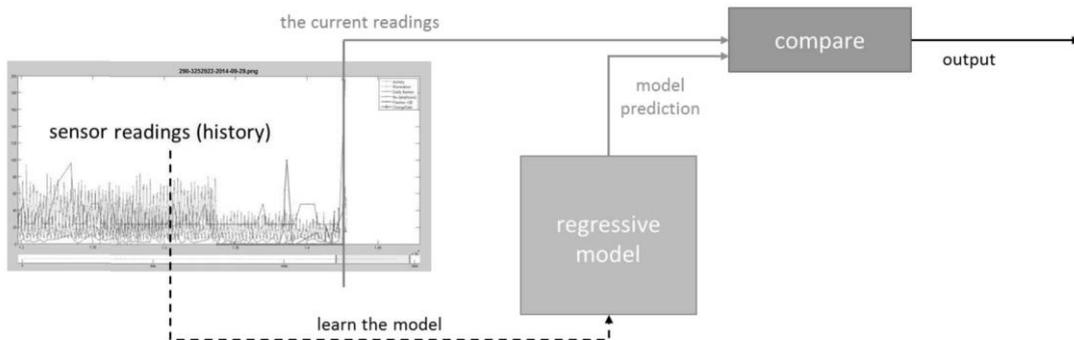
El Módulo C de nuestra solución se centra en analizar las anomalías existentes en los equipos para detectar valores que puedan ser indicativos de fallos futuros. La evaluación de anomalías se realiza a través de un modelo de tipo ARIMA para evaluación de anomalías. Estos modelos se basan en la asunción de que las medidas tomadas por los sensores y la telemetría no siguen un proceso aleatorio, sino que existen comportamientos regulares patentes.

Las series de tiempo se basan en la observación de un proceso durante un evento o periodo determinado. Su tarea consiste en encontrar un modelo que describa la serie de tiempo y sea capaz de generar una serie idéntica. Así el modelo ayudará a comprender mejor los fenómenos subyacentes y servirá como herramienta para predecir valores futuros de la serie.

Para nuestro caso usaremos un modelo ARIMA, que bajo el estudio de la serie histórica de funcionamiento de los sensores y telemetría podrá predecir el mal funcionamiento de los equipos. La serie histórica será la encargada de entrenar el modelo, una para cada tipo de sensor. Con ello estudiaremos los patrones de comportamiento de la serie e identificamos los fallos como outliers de la misma.

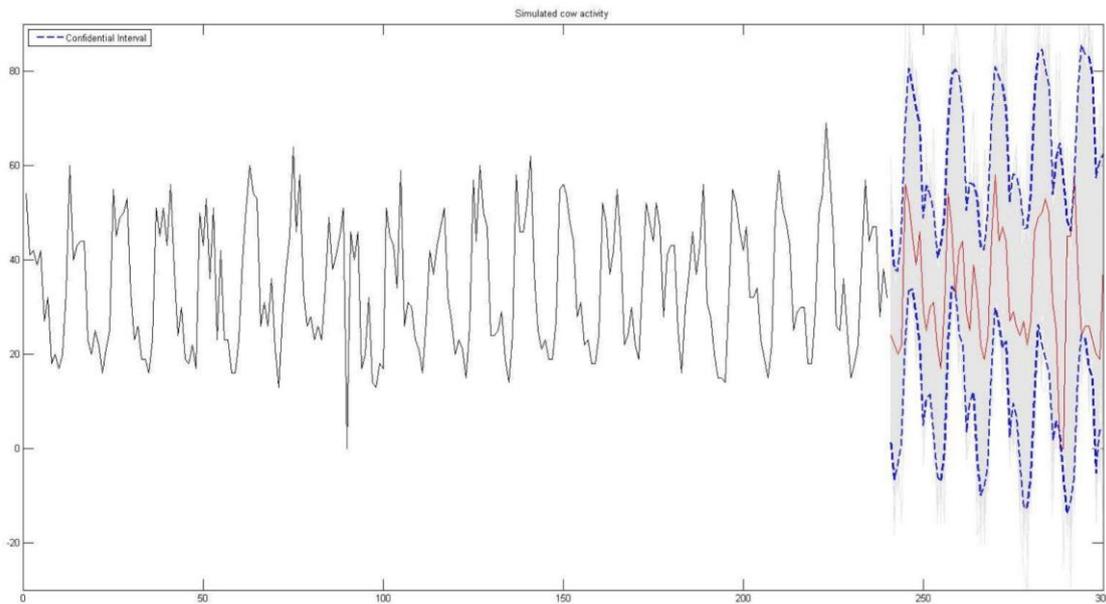


Una vez la serie ha sido entrenada y se ha obtenido el nuevo modelo, será sometido a validación hasta ser calibrado.



Finalmente, y con un modelo que sea capaz de predecir con una alta probabilidad los sucesos

futuros se obtendrá una serie de tiempo con su predicción e intervalo de confianza.



6.4.3.3. Módulo D – Actuación y Prescripción: Next Best Maintenance Activity

El Módulo D de Actuación y Prescripción es el servicio que aspiramos a ofrecer a todos los clientes y el que implica un mayor valor, aunque algunos clientes requieran utilizar previamente los módulos anteriores en función del grado de madurez.

El Módulo D es el encargado de recomendar la mejor actuación posible para la planificación del mantenimiento de los equipos y las operaciones de la mina a corto y medio plazo. Este módulo implica el nivel más sofisticado de análisis, y su principal diferencia respecto al resto de módulos es que tiene en cuenta los márgenes del negocio en cada momento a la hora de recomendar las tareas de mantenimiento y planificación de operaciones. La combinación de la información de negocio junto al resto de datos de los equipos y operaciones (características de los equipos, datos de uso, datos de funcionamiento, histórico de mantenimiento, componentes, etc.) devuelve la probabilidad de producirse cada uno de los fallos registrados para cada equipo. De esta forma, nuestra solución organiza las tareas de mantenimiento preventivo en base a esas probabilidades, considerando al mismo tiempo el coste que la realización o no de la acción de mantenimiento implica para la mina, esto es, las condiciones de negocio.



El resultado final de este módulo se traduce en una matriz cuyas filas representan los diferentes equipos con sus componentes y subsistemas, y las columnas las diferentes acciones de mantenimiento que pueden ser aplicadas a cada uno de ellos. El contenido de cada celda nos será la probabilidad de que se produzca el fallo asociado a una acción de mantenimiento, multiplicado por el coste que dicho fallo implicaría para la misma. Este ratio nos permite realizar una planificación de mantenimiento adecuada para cada equipo, basado en el estado real del mismo y en las implicaciones de negocio para la mina.

- El **primer paso** para el desarrollo de este modelo de *Next Best Maintenance Activity* es construir una matriz de negocio por cada equipo que incluya en las filas los distintos sistemas y componentes. Las columnas de la matriz representarán los tipos de mantenimiento aplicados a cada sistema y componente, relacionados con fallos específicos. Esta matriz es denominada el *business framework*, y nos permite definir sobre qué componentes y fallos debemos aplicar nuestro modelo predictivo. Cada celda del *business framework* representa un componente y una acción de mantenimiento determinada asociada a un fallo en el equipo.
- El **segundo paso** consiste en desarrollar un modelo predictivo para cada una de las celdas indicadas en el *business framework*. Cada modelo predictivo se encarga de calcular la probabilidad de que se produzca un fallo determinado en un componente determinado, y tengamos que aplicar la acción de mantenimiento correspondiente. Los modelos aplicados a cada una de estas celdas son los anteriormente mencionados: modelos de regresión logística y modelos ARIMA. Los árboles de probabilidad también serán interesantes en ciertos casos. Este conjunto de modelos conforman nuestro modelo de *Next Best Maintenance Activity*.
- El **tercer paso** implica el aprovechamiento de la salida de estos modelos (probabilidad de que se produzca un fallo en un componente concreto y tengamos que realizar la acción de mantenimiento asociada). Este aprovechamiento se realiza con criterios de negocio, y consiste en multiplicar dichas probabilidades por el coste asociado que cada uno de los fallos implica para el negocio, en base a criterios históricos. Esta multiplicación nos dará un ratio de relevancia, indicándonos cuáles son las acciones de mantenimiento que debemos priorizar para minimizar el impacto en las operaciones de la mina.
- El **cuarto paso** consiste en visualizar los ratios de relevancia, dibujando un plan de mantenimiento predictivo en base a las condiciones reales de los equipos y las necesidades del negocio que pueda ser utilizado por los encargados de operaciones y mantenimiento de la mina, con el objetivo de tomar las mejores decisiones. Esta matriz de acción está compuesta por equipos en las filas y acciones en las columnas, permitiendo una doble lectura. La lectura horizontal, por equipos, nos permite entender qué tipo de acción requiere cada equipo y cuándo. La lectura vertical, por acciones, nos permite entender qué equipos requieren una acción específica y cuándo. Cada tipo de equipo de operación contará con su propia matriz de acción.

Ejemplo de *business framework* para un Jumbo.

TIPO	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
JUMBO	SISTEMA HIDRÁULICO	Bombas hidráulicas	Sustituir bombas	Cambiar abrazadera
		Depósito aceite	Cambio de aceite y filtros	Reponer aceite
		Filtros	Sustitución filtros	Limpieza filtros.
	SISTEMA ELÉCTRICO	Sistemas Protección sobrecarga	Cambiar cableado de seguridad	Sustitución centralita.
		Motor	Limpiar motores eléctricos y colectores	Sustitución colectores
		Indicadores	Cambio cable eléctrico y petaca	Sustitución cuadros eléctricos.
		Baterías	Cambio de baterías	Cambio cableado
	SISTEMA DE AGUA	Bomba booster	Cambio de bomba booster	Revisión bomba booster y cambio de fusibles
		Sistema presión	Cambio sistema presión	Revisión y puesta a punto sistema presión.
		Depósitos	Sustitución depósitos auxiliares y principales	Sustitución depósitos auxiliares
		Sistema drenaje	Cambio sistema completo	Engrasado y puesta a punto sistema drenaje.
	SISTEMA DE AIRE	Válvulas presión	Sustitución bombas de presión y manguitos	Revisión válvulas
	VEHÍCULO TRANSPORTADOR	Cabina	Limpiar condensador y evaporación	Revisión sistema aislamiento.
		Motor	Limpieza enfriadores	Ajustes patines deslizadera
		Dirección	Controlar desgaste rodamientos de poleas y carretes	Limpieza enfriadore
		Neumáticos	Sustitución todos los neumáticos.	Nivelación y ajuste presión

Ejemplo de matriz de acción

	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	Acción 5
JB001		0.55	0.65	0.75	
JB002		0.65	0.98	0.76	
JB003		0.99	0.87	0.78	
...		0.56	0.78	0.91	
SB001	0.89	0.73		0.83	0.69
SB002	0.88	0.9		0.69	0.67
....					
PS001		0.90	0.89	0.75	
PS002		0.76	0.89	0.79	
....					
VO001	0.87	0.78			0.56
VO001	0.77	0.89			0.98
....					

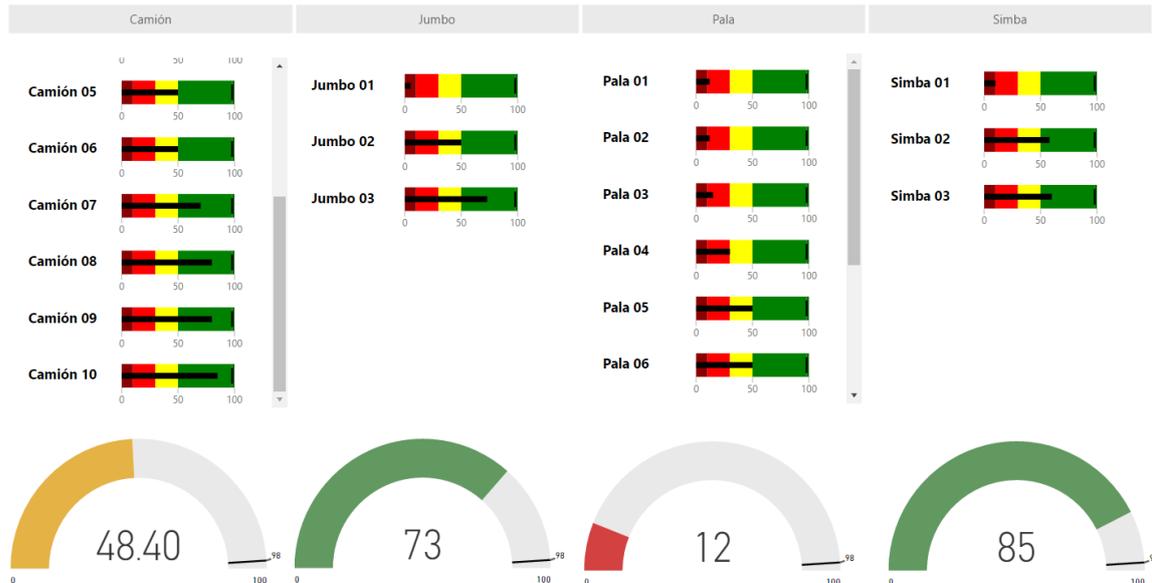
PRIORIDAD		
Baja	Media	Alta

6.4.4 – Sistemas de Visualización

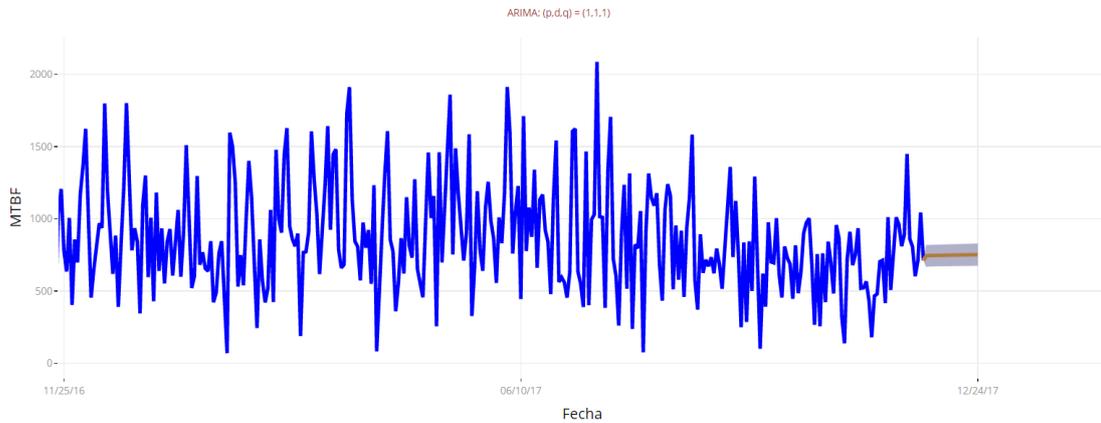
Los informes entregados al cliente son el producto final, y varían en función del módulo de la propuesta de valor en que nos encontremos. Puesto que cada una de los módulos utiliza una serie de datos particulares con un nivel de análisis distinto, los informes pueden dividirse en cuatro:

- **Live Dashboard:** informe de carácter descriptivo que muestra el estado actual de los equipos, sus sistemas y componentes en tiempo real, alertando de los fallos existentes. El Live Dashboard es un cuadro de mandos integral permite hacer visible los datos claves de los equipos desde un único informe, para que los responsables de operaciones y mantenimiento puedan ver con sus propios ojos qué está ocurriendo en la mina y tomar las mejores decisiones. El Live Dashboard es el resultado del Módulo A de nuestra propuesta de valor, y utiliza datos sobre las características de los equipos y las condiciones de uso y funcionamiento de los mismos.

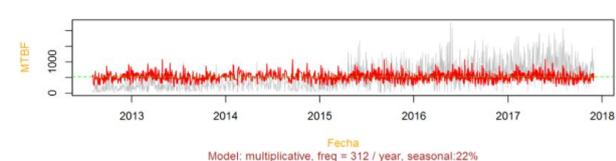
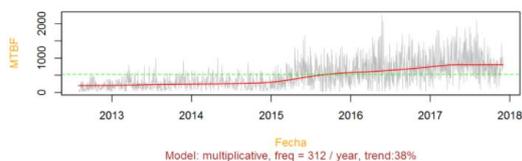
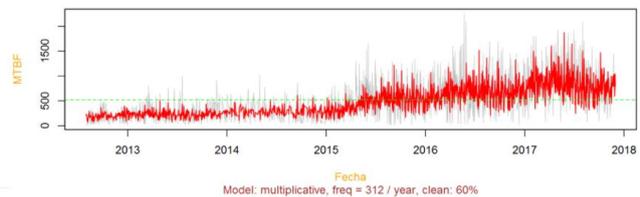
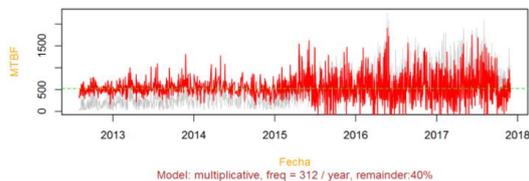
LAST UPDATE FRIDAY 23 MARCH 2018 - 17:00:00



- **Wear Dashboard:** informe de carácter predictivo que muestra el estado futuro de los equipos, sus sistemas y componentes, alertando en el corto plazo sobre cuándo debe cambiarse alguno de los componentes y sistemas. El Wear Dashboard hace visible el análisis de regresión realizado sobre los datos de características de los equipos, sus condiciones de uso y funcionamiento y el historial de mantenimiento, y alerta anticipadamente a los responsables de operaciones y mantenimiento sobre el desgaste de los equipos y componentes. El Wear Dashboard es el resultado del Módulo B de nuestra propuesta de valor.



- **Outliers Dashboard:** informe de carácter predictivo que muestra las condiciones normales de funcionamiento de los equipos y los valores atípicos, alertando de forma temprana sobre aquellos parámetros que puedan indicar futuros fallos. El Outliers Dashboard hace visible el análisis de anomalías realizado sobre los datos de características de los equipos, condiciones de uso y funcionamiento e historial de mantenimiento, alertando a los responsables de operaciones y mantenimiento sobre valores anormales que pueden indicar futuros fallos. El Outliers Dashboard es el resultado del Módulo C de nuestra propuesta de valor.



- **Oversight Dashboard:** informe de carácter prescriptivo que muestra el estado futuro de los equipos, indicando cuándo se van a producir fallos en sus sistemas y componentes y recomendando cuándo realizar el mantenimiento del equipo para realizar esos fallos. Además, el Oversight Dashboard se encarga de visualizar el mejor programa de mantenimiento resultante del modelo *Next Best Maintenance Activity* y dibuja una matriz de acción con los distintos equipos y las acciones a realizar en cada uno de ellos en función de la probabilidad de fallo y el coste económico del mismo. El Oversight Dashboard actúa como la principal herramienta para la toma de decisiones de mantenimiento de los responsables de operaciones y mantenimiento de la mina, y es el resultado del Módulo D de nuestra propuesta de valor.



Para la elaboración de estos informes hemos elegido Power BI, servicio de visualización e inteligencia de negocio ofrecido por Microsoft. Las razones para elegir Power BI son, por un lado, la fácil integración con los servicios de Azure utilizados en nuestra solución y, por otro lado, su condición de líder entre las herramientas de visualización, de acuerdo con el Cuadrante Mágico de Gartner de Febrero de 2018. Además, Power BI no actúa únicamente como cuadro descriptivo de los distintos modelos, sino que permite configurar acciones para informar a los encargados de mantenimiento y operaciones dentro de sus propios informes. Estas acciones pasan por vincular valores específicos del informe a un servicio de notificación, bien sea en Outlook, Yammer o Flow, todas ellas herramientas integrables de Microsoft. De esta forma, cuando dicho valor alcanza un nivel determinado, el propio informe enviará un correo electrónico a la persona responsable, o le notificará a través de Yammer o generará otro tipo de acción específica.

Este tipo de acciones son fundamentales en un entorno minero que nunca se detiene y en el que hay poco tiempo para revisar informes. El foco se sitúa en actuar cuando sea necesario.



6 – Planes Operativos

6.1 – Plan de Marketing

6.1.1 – Tamaño del sector en España

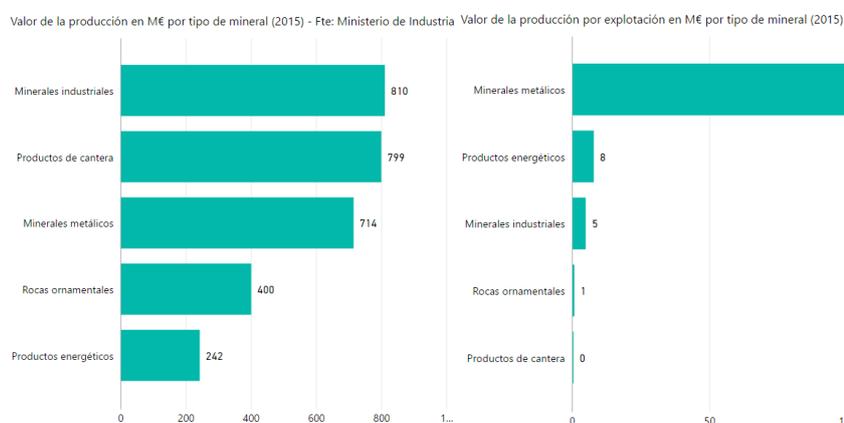
De acuerdo con las últimas estadísticas del sector minero presentadas por la Subdirección General de Minas del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital del Gobierno de España, el número de explotaciones mineras existentes en España en 2015 era de 2.853 y los beneficios generados por las mismas fueron de 2.965 millones de euros.

Dentro de estos números encontramos cinco tipos fundamentales de subsectores mineros:

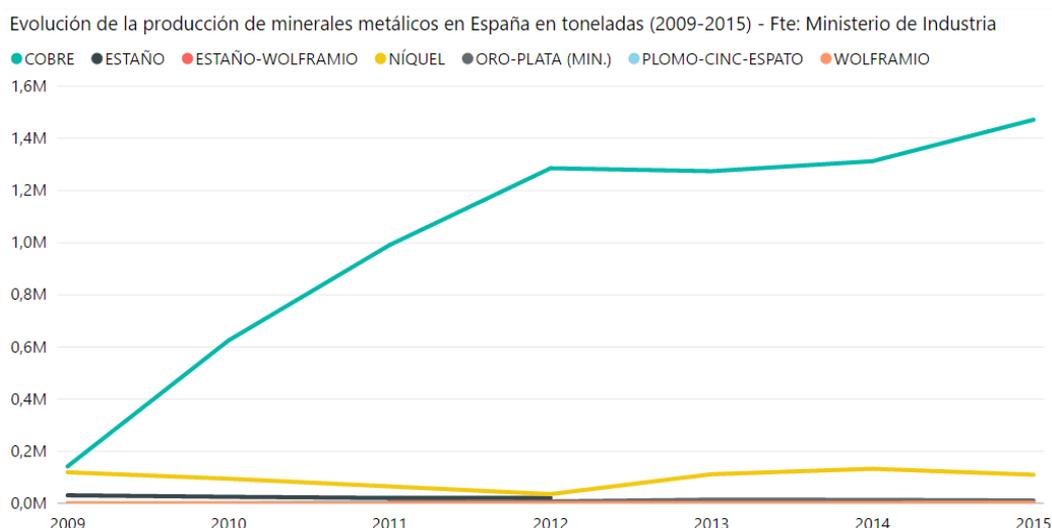
- **Productos energéticos:** incluye antracita, hulla, hulla subbituminosa, crudos de petróleo y gas natural. Con 31 minas en activo en 2015 y 242 millones de euros de beneficios, representa el 1% del total de las minas y el 8% del total de beneficios generados. Cada una de las minas de productos energéticos generó en 2015 una media de 7,8 millones de euros de beneficio.
- **Minerales metálicos:** incluye cobre, cinc, níquel, oro, plata, plomo y wolframio. Con 6 minas en activo y 714 millones de euros de beneficios, representa el 0,2% del total de las minas y el 24% de los beneficios generados. Cada una de las minas de minerales metálicos generó en 2015 una media de 119 millones de euros de beneficio.
- **Minerales industriales:** incluye gran variedad de minerales, destacando bentonita, caolín lavado, cuarzo, feldespato, glauberita, magnesita, potasa, sal marina, sal gema y sepiolita. Con 167 minas en activo y 810 millones de euros de beneficios, representa el 6% de las minas y el 27% de los beneficios generados. Cada una de las minas de minerales metálicos generó en 2015 una media de 4.9 millones de euros de beneficios.

- **Rocas ornamentales:** incluye alabastro, arenisca, caliza, cuarcita, diorita, granito, mármol y pizarra. Con 557 minas en activo y 400 millones de euros en beneficios, representa el 20% de las minas y el 13 de los beneficios generados. Cada una de las minas de rocas ornamentales generó en 2015 una media de 0,7 millones de euros de beneficios.
- **Productos de cantera:** entre los que destacan arcilla, arena y grava, arena silíce, caliza, cuarcita, dolomía, granito, margas, ofitas y yeso. Con 2.092 minas en activo y 799 millones de euros de beneficios, representa el 73% del total de las minas existentes en España y el 27% de los beneficios generados. Cada una de las minas de productos de cantera generó en 2015 una media de 0,4 millones de euros de beneficios.

Los minerales metálicos representan claramente el mayor ratio medio de beneficios por explotación, 119 millones de euros, muy por encima de los siguientes en la lista, los productos energéticos, con 7,8 millones de euros.



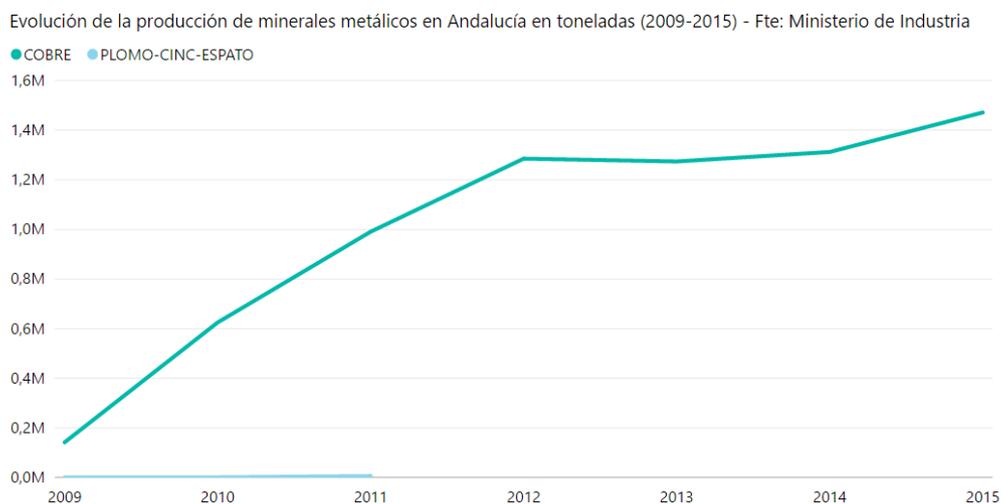
Dentro de los minerales metálicos, el cobre representa el principal valor en producción y beneficios en los últimos años, con una clara tendencia de crecimiento desde 2009.



Dentro de España, Andalucía es la Comunidad Autónoma que aporta un mayor valor de la producción minera al conjunto de España, un 27% del total, seguida por Cataluña (17%) y Castilla y León (10%). Las extracciones andaluzas se centran en cobre, yeso y mármol, siendo el cobre, como anteriormente hemos mencionado, el mineral que más beneficio aporta por

explotación al conjunto del sector minero. La práctica totalidad de la producción de cobre de España se centra en Andalucía.

Según los datos que ofrece la Estrategia Minera de Andalucía 2020, el sector minero empleaba en Andalucía a más de 17.000 personas y alcanza un Valor Añadido Bruto (VAB) de 1.500 millones de euros, representando el 9,2% del valor industrial de la Comunidad Autónoma. Andalucía cuenta con importantes yacimientos metálicos en explotación que generan una inversión superior a 3.000 millones y 10.000 puestos de trabajo directo, indirecto e inducido.



Las principales explotaciones mineras metálicas activas en España en 2015 eran las siguientes:

- Cobre Las Cruces: en Gerena, Sevilla. Extracción de cobre. Propiedad de la compañía canadiense First Quantum.
- Aguas Teñidas: en Almonaster la Real, Huelva. Extracción de cobre, zinc y plomo. Propiedad de Matsa, compañía de origen saudí y suizo.
- Mina de Boinás: en Belmonte de Miranda, Asturias. Extracción de oro. Propiedad de la compañía canadiense Orvana.
- Mina Los Santos: en Los Santos, Salamanca. Extracción de wolframio. Propiedad de la compañía canadiense Almonty Industries.
- Mina de Aguablanca: en Monesterio, Badajoz. Extracción de níquel y cobre. Propiedad de la compañía canadiense Lundin Mining.
- Mina La Parrilla: en Almoharín, Cáceres. Extracción de wolframio y estaño. Propiedad de la compañía inglesa W Resources.

Desde entonces, el sector de la minería metálica en España ha continuado creciendo, y el estado actual es muy distinto. De acuerdo con los datos del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital del Gobierno de España, en Febrero de 2018 había 13 minas metálicas en activo, la mayoría de ellas de cobre, 1 mina en concurso, 8 en investigación y análisis y cuatro en petición de explotación. La mayor parte de estos yacimientos son bien conocidos y fueron explotados durante años, pero distintas crisis los cerraron a lo largo del siglo XX por falta de rentabilidad en su explotación. Sin embargo, el salto en eficiencia dado por el sector minero en los últimos años, está permitiendo su reapertura con una nueva perspectiva de rentabilidad.

ESPAÑA				
MINA	LOCALIDAD	MINERAL	COMPAÑÍA	ESTADO
Aguablanca	Monesterio (Badajoz)	Níquel y Cobre	Lundin Mining, Canadiense	Operativa
Cala	Santa Olalla (Huelva)	Hierro y Cobre	Sin compañía	Concurso
Aguas Teñidas	Almonaster (Huelva)	Cobre, Zinc y Plomo	Matsa, Trafigura y Mubadala	Operativa
Mina Magdalena	Almonaster (Huelva)	Cobre, Zinc y Plomo	Matsa, Trafigura y Mubadala	Operativa
Lomero-Poyatos	El Cerro Andévalo (Huelva)	Cobre y Oro	Kimberley Diamonds, Australiana	Investigación
Sotiel-Mgollas	Calañas (Huelva)	Cobre, Zinc y Plomo	Matsa, Trafigura y Mubadala	Operativa
Cerro Colorado Riotinto	Riotinto (Huelva)	Cobre	Emed-Tartessus Australiano-Chipriota	Operativa
Masa Valverde	Valverde del Camino (Huelva)	Cobre	Cambridge Mineral Resources, Inglesa	Análisis
Aznalcollar	Aznalcollar (Sevilla)	Cobre, Zinc y Plomo	Minera Los Frailes, México	Operativa
Cobre las Cruces	Gerena (Sevilla)	Cobre	First Quantum, Canadiense	Operativa
Minas de Alquífe	Alquífe (Granada)	Hierro y Cobre	Minas Alquífe Holding, Holandesa	Operativa
Mazarrón	Mazarrón (Murcia)	Zinc	Geotrex Gestión Minera, Española	Investigación
Herrerías	Alconder (Badajoz)	Cobre y Oro	Valoriza Minería (España-Australia) con Lundin Mining (Canadiense)	Investigación
Matamulas	Torre Nueva Y Torre de Juan Abad (Ciudad Real)	Tierras Raras	Quantum Minería, Española	Investigación
El Mto	Abenójar y Almodóvar del Campo (Ciudad Real)	Wolframio	Mining Hills, Española	Petición explotación
La Codosera	La Codosera (Badajoz)	Oro	Asturgold, Canadiense	Investigación
La Parrilla	Almocharín (Cáceres)	Wolframio y Estaño	W Resources, Inglesa	Operativa
Arroba	Arroba de los Montes (Ciudad Real)	Rutilio y Zirconio	Explotaciones Mineras de Titanio, Española	Petición explotación
Gambuta	Bohonal de Ibor (Cáceres)	Uranio	Berkeley Australiana	Petición explotación
La Insuperable	Puebla de Azaba (Salamanca)	Estaño	Emilio de Lózar Granada, Española	Operativa
Los Santos-Fuenterroble	Los Santos (Salamanca)	Wolframio	Almoty Industries, Canadiense	Operativa
Retortillo	Retortillo y Boada (Salamanca)	Uranio	Berkeley Australiana	Petición explotación
Barruecopardo	Barruecopardo (Salamanca)	Wolframio	Ormonde, Irlandesa	Operativa
Pino de Oro	Pino de Oro (Zamora)	Oro	Ormonde, Irlandesa	Investigación
Valtrixal	Pedralba de la Pradería (Zamora)	Wolframio	Almoty, Canadiense	Investigación
Penouta	Viana de Bolo (Orense)	Estaño y Tántalo	Pacif Strategic Minerals Spain, Española	Operativa
Boinás	Belmonte de Miranda (Asturias)	Oro	Orvana, Canadiense	Operativa

La pujanza de la minería metálica en nuestro país y en el mundo, especialmente dedicada a la extracción de cobre, y el alto valor de la producción frente a otras materias primas, nos invita a centrar nuestros esfuerzos comerciales durante los tres primeros años en el alcance de las minas metálicas de cobre. Nuestro plan de expansión, que será definido con posterioridad, pasa por crecer durante los dos primeros años en España, abriendo mercado en Iberoamérica a partir del tercer año.

6.1.2 – Tamaño del sector en Iberoamérica

De acuerdo con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), una agencia científica del Gobierno Federal de los Estados Unidos encargada del terreno, los recursos naturales y los peligros naturales, en 2017 se produjeron 19.200 miles de toneladas de cobre en todo el mundo. Los principales países productores de cobre son, por este orden: Chile, Perú, China, Estados Unidos, Australia, Congo, Zambia, Canadá, Rusia y México. Chile representó el 28% de la producción mundial de cobre (5.500 miles de toneladas), seguido de Perú, con el 12% (2.300 miles de toneladas). Estos porcentajes se corresponden con el total de reservas globales de este mineral, unos 720 mil millones, de los cuales Chile cuenta con el 29% y Perú con el 11%. Estos datos sitúan a ambos países en nuestro radar internacional como los principales destinos a explotar a partir del tercer año.

Países	Producción Cobre 2017 [%]	Reservas Cobre 2017 [%]
Chile	28 %	29 %
Otros Países	20 %	21 %
Perú	12 %	11 %
China	9 %	4 %
Estados Unidos	7 %	5 %
Australia	5 %	12 %
Congo	5 %	3 %
Zambia	4 %	3 %
Canadá	4 %	2 %
Rusia	4 %	4 %
México	3 %	6 %

La producción de cobre de Chile se divide entre 25 minas principales, de acuerdo con el Ministerio de Minería del Gobierno de Chile. En 2017, estas 25 minas se repartieron el 95% de la producción total de cobre. Las principales minas por producción son Escondida, con 925 miles de toneladas, seguida de Collahuasi (524 miles de toneladas), El Teniente (464 miles de toneladas) y Las Pelambres (356 miles de toneladas). A continuación, se adjunta un gráfico con la producción de las 25 principales minas de cobre chilenas en 2017.

Minas de cobre en Chile	Producción cobre 2017 (miles de toneladas)
Escondida	925,40
Collahuasi	524,00
El Teniente	464,30
Los Pelambres	356,30
Anglo American Sur (3)	348,70
Chuquicamata (1)	330,90
Radomiro Tomic (2)	318,90
Andina	220,00
Ministro Hales	215,10
Spence	198,60
Centinela (Sulfuros)	163,80
Candelaria	150,30
Caserones	122,80
Gaby	122,70
Zaldívar	103,30
Sierra Gorda	101,70
Anglo American Norte (4)	87,80
Antucoya	80,50
El Abra	78,40
Lomas Bayas	78,00
Cerro Colorado	66,20
Centinela (Oxidos)	64,50
Salvador	62,00
Quebrada Blanca	23,40
Michilla	0,00
Total	5.207,60

Por su parte, Perú produjo 2.300 miles de toneladas de cobre en 2017. Los principales productores de cobre del país andino son Cerro Verde, Las Bambas, Antamina y Southern Copper.

México produjo en 620 mil toneladas de cobre en 2017, situándose en la décima posición entre los productores de cobre a nivel mundial. El 82% de la producción de cobre mexicano se concentra en tres compañías mineras: Grupo México, Nemisa y Capstone.

6.1.3 – Descripción del cliente objetivo

La mayor parte de las minas descritas en nuestro mercado forman parte de grandes grupos de inversión internacionales, compuestos por miles de trabajadores. Por esta razón, debemos definir con precisión nuestro público objetivo a la hora de establecer el canal de comunicación más adecuado para ofrecer nuestra solución.

Dentro de la mina, podemos distinguir tres perfiles claros que participan en el proceso de compra:

- **Responsables de Mantenimiento de los equipos mineros:** son los que plantean dentro de la organización la necesidad de contar con una herramienta que ayude a optimizar y mejorar la gestión del mantenimiento de los equipos de operación mineros para reducir la indisponibilidad de los mismos y aumentar la eficiencia y productividad de la mina.
- **Responsables de Operaciones de la mina:** son los que plantean dentro de la organización la necesidad de aumentar la disponibilidad de los equipos para mejorar la eficiencia y productividad de la mina, y deciden con los responsables de mantenimiento cuál es el mejor camino para lograr este objetivo de negocio.
- **Responsable Financiero de la mina:** aprueba la compra de soluciones adecuadas para aumentar la disponibilidad de los equipos y mejorar la eficiencia y productividad de la mina.

Si el Responsable Financiero es el que aprueba la compra de la solución, no es él quien decide cuál es la solución más adecuada para resolver los problemas de la mina. La decisión sobre la solución más adecuada está en manos de los Responsables de Mantenimiento y Operaciones, que son los que gestionan la indisponibilidad de los equipos de operación a diario. El Responsable Financiero es, en definitiva, el que aprueba el presupuesto para implantar la solución elegida. Esta situación conlleva la existencia de mensajes de venta totalmente coordinados entre sí y diferenciados en función del rol del interlocutor que tengamos frente a nosotros.

Además de los responsables de Mantenimiento, Operaciones y Financiero, también tenemos que contar con los operarios y el personal de mantenimiento de la propia mina, que al ser los que utilicen nuestra herramienta son unos prescriptores claves en la recomendación del producto. Además, una vez implantado el producto, estos operarios recibirán formación en el uso del mismo por parte de Mininsight, situándose en actores claves para entender el funcionamiento de la herramienta y la evolución de las necesidades de la mina.

6.1.4 – Canales de acceso al cliente objetivo

Nuestras actuaciones de marketing se enmarcan en el ámbito B2B, en un sector maduro, con actores muy identificados y procesos de decisión del tipo de producto que comercializamos bastante complejos y dilatados en el tiempo. Nuestras grandes líneas de acceso al cliente se basarán en una comunicación muy objetiva y directa, con mensajes centrados en datos reales que soporten los beneficios de nuestra solución.

Los canales que utilizaremos serán limitados y selectivos, muy orientados a impactar al mayor número posible de los clientes que nos hemos marcado como público objetivo. Por su formación, ubicación y profesión, nos encontramos ante un número limitado de perfiles.

Nuestra actividad de marketing estará íntimamente ligada a nuestra actividad comercial. Nos basaremos en el contacto personal, en la fase de prospección comercial así como en hacer a los clientes un acompañamiento y seguimiento muy de cerca para poder transmitirles la singularidad de nuestra herramienta. El seguimiento y el acompañamiento al cliente será también parte del proceso de adaptación de la solución a la realidad del cliente.

En la primera fase de **prospección comercial** nos basaremos en la investigación del mercado y sus principales actores a través de LinkedIn. Cada uno de los miembros del equipo comercial dispondrá de un paquete premium que permite la búsqueda avanzada de perfiles y el envío de mensajes. En una segunda fase de **consolidación**, nos plantearíamos el uso de Sales Navigator para la difusión de contenido y mensajes patrocinados.

Situar a los principales actores a través de LinkedIn nos permitirá trazar los puntos de contacto de la red de clientes potenciales a los que contactaremos para concertar visitas a las plantas donde trabajen o para coincidir con ellos en los eventos y ferias del sector a los que asistiremos.

Las **ferias y otros eventos sectoriales**, que permiten un contacto directo con los actores identificados en nuestra red de clientes potenciales, se configuran de esta forma como un pilar clave en el acceso al cliente objetivo. A estos eventos sectoriales asistiremos siempre en calidad de expositores, con una presencia modesta pero con stand propio que nos permite aprovechar todas las sinergias comerciales que se presenten.

Tras estudiar el amplio abanico de eventos mineros existentes hemos decidido centrarnos durante los dos primeros años, a nivel nacional, en los tres principales eventos mineros. Dos de ellos se celebran en Sevilla, y uno en Madrid:

- METS 2019, Abril 2019, Madrid, España.
- XV International Congress On Energy and Mineral Resources, Abril 2019, Sevilla, España
- III Metallic Mining Hall, Octubre 2019, Sevilla, España.

A nivel internacional, durante el segundo y tercer año, Mininsight estará presente en dos de las ferias mundiales de referencia a nivel de tecnología y nuevos desarrollos mineros:

- Expomin 2019, Abril 2019, Santiago de Chile, Chile.
- Expo Mina Perú 2019, Septiembre 2019, Lima, Perú.

Nuestro plan de negocio contempla las inversiones necesarias para acompañar de elementos publicitarios nuestra presencia en las mencionadas ferias, incluyendo expositores, folletos, gastos de desplazamiento, etc.

Esta asistencia a ferias se combinará con la organización de un **evento propio** organizado bajo el soporte del III Metallic Mining Hall que se celebrará en Sevilla en Octubre de 2019. En este evento, aprovecharemos la presencia de clientes potenciales durante la celebración del congreso para generar sinergias y presentar nuestra solución. El objetivo principal de la celebración de este evento será el de fortalecer y reforzar las relaciones personales del equipo

de Mininsight con los clientes actuales, así como ampliar la posible red de contactos potenciales.

6.1.5 – Logotipo e imagen de marca

Mininsight es una marca que pretende transmitir transparencia, tecnología y fiabilidad. Mininsight nace para unir el mundo minero con el mundo de la información, de los insights que obtenemos de los datos para tomar las mejores decisiones.

Nuestro logotipo utiliza dos variedades cromáticas para destacar el juego de palabras que compone la marca. La parte inferior del logotipo está compuesta por una serie de puntos que forman un embudo, emulando la conversión o el proceso de destilado a través del cual transformamos los datos de la mina en información para el negocio, atacando los problemas importantes de forma directa.

El logotipo de Mininsight es la punta de lanza de una imagen de marca clara, que pretende unir nuestra solución al mundo minero y diferenciarse de las soluciones genéricas, poco flexibles y dependientes de ciertos fabricantes de la competencia. Esta exclusividad en la comprensión de los problemas del sector forma parte de nuestro ADN, y está presente a lo largo de nuestro discurso comercial. Los mensajes plasmados en las distintas herramientas comerciales reforzarán así los puntos diferenciales de nuestra solución y el valor de negocio para el cliente.

6.2 – Plan de Implantación y Expansión

6.2.1 – Primeros pasos 2018: implantación en MATSA.

El objetivo de Mininsight en 2018 pasa por implantar su solución en su primer cliente, MATSA, convirtiendo la misma en un caso de éxito que actúe como reclamo para el resto de actores del sector minero.

MATSA es propietaria de la principal mina de cobre de España por volumen y calidad de la producción, Aguas Teñidas, en el término municipal de Almonaster la Real, Huelva. Además de Aguas Teñidas, MATSA es también propietaria de Mina Magdalena, también en Almonaster la Real, y Mina Sotiel, en Calañas. Esto convierte a MATSA en uno de los principales actores del sector minero a nivel nacional.

MATSA es una empresa española participada por Mubadala Investment Company, y por Trafigura Group Ltd. Mubadala es un inversor centrado en acelerar el crecimiento económico y el beneficio a largo plazo de Abu Dhabi. Como la principal compañía de inversión estratégica de Abu Dhabi, Mubadala opera en 13 sectores y más de 30 países en todo el mundo. El Grupo Trafigura es uno de los líderes en el comercio mundial de materias primas, especializado en el petróleo, los minerales y el mercado de metales. Sus principales actividades comerciales son el suministro y transporte de petróleo y productos derivados del mismo, los metales y minerales. El Grupo Trafigura trabaja en 36 países.

MATSA es socio fundador de la Asociación de Empresas Investigadoras, Extractoras, Transformadoras Minero-Metalúrgicas, Auxiliares y de Servicios (AMINER) constituida en el año 2010 y cuyo objetivo es servir de interlocutora ante las distintas Administraciones de la Comunidad Autónoma y generar sinergias entre compañías del sector. Además, MATSA forma parte también de las siguientes organizaciones empresariales:

- Confederación Nacional de Empresarios de la Minería y de la Metalurgia (CONFEDEM).
- Confederación de Empresarios de Andalucía (CEA).
- Federación Onubenses de Empresarios (FOE).

Iniciamos nuestros servicios en MATSA con una auditoría de datos y sistemas y la implantación del Módulo D de nuestra solución en 2018. Ir de la mano de MATSA como primer cliente nos permite conocer en profundidad los procesos mineros y demostrar la viabilidad del proyecto, extendiendo nuestro *know how* no sólo a empresas extractivas del sector minero en Andalucía y en el resto de España, sino también a otras participadas por Mubdala y Trafigura a nivel global. MATSA es, en definitiva, una gran plataforma en el sector de la minería en Andalucía y el resto de España que nos ayudará a aprovechar sinergias con el resto de empresas del sector.

6.2.2 – Primer y segundo año: expansión nacional, prospección internacional.

Durante el primer y segundo año de actividad hemos decidido crecer en España, explotando el mercado nacional y aprovechando las sinergias que nuestro primer cliente, MATSA, nos puede aportar. Nuestro objetivo es obtener un cliente más (además de MATSA) en el primer año de operación, y dos clientes adicionales en el tercer año de operación.

Aunque nuestra solución es adaptable a cualquier tipo de mina que utilice los equipos de extracción mencionados anteriormente (jumbos, simbas, palas y camiones), hemos decidido centrar nuestros esfuerzos durante los tres primeros años en los productores de minerales metálicos, especialmente cobre. La razón es el alto valor de la producción de este tipo de minerales, la relativa concentración del sector en torno a una serie de actores bien conocidos y la experiencia obtenida en MATSA.

Durante los dos primeros años, la actividad comercial mencionada en nuestro plan de marketing (mapeo de los principales actores del sector, presencia en ferias) será realizada por el equipo comercial propio hasta tener un crecimiento consolidado. Analizaremos las necesidades de cada cliente y su grado de madurez tecnológico para ofrecer la solución técnica más adecuada. Nos basaremos en el contacto personal, en la fase de prospección comercial así como en hacer a los clientes un acompañamiento y seguimiento muy de cerca para poder transmitirles la singularidad de nuestra herramienta. El seguimiento y el acompañamiento al cliente será también parte del proceso de adaptación de la solución a la realidad del cliente. El servicio post-venta, será personal y con soporte tecnológico para ayudar a que las respuestas y soluciones de incidencias sean más eficaces y rápidas.

Nuestro plan comercial lo iniciamos en Andalucía y serán las minas de la zona las que trabajemos en primer lugar. Iniciaremos los contactos comerciales con las 4 minas metálicas operativas actualmente en Andalucía: Cerro Colorado, Aznalcóllar, Cobre las Cruces y Minas de Alquife. Posteriormente haremos extensible la actividad comercial al resto de minas españolas. De tal forma que trabajemos en los dos primeros años de actividad todas las minas metálicas operativas de España.

A partir del segundo año, el esfuerzo comercial en España irá acompañado de la prospección del mercado Iberoamericano, con presencia en las principales ferias sectoriales de Chile y Perú y contactos con el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) y la Agencia Andaluza de Promoción Exterior (Extenda), a través de la presencia en misiones comerciales.

6.2.3 – Tercer año: expansión internacional.

Nuestro objetivo es alcanzar dos clientes internacionales el tercer año para cada uno de nuestros servicios. Los esfuerzos comerciales estarán centrados en Chile, Perú y México. Como hemos mencionado, los tres países se encuentran entre los diez mayores productores de cobre

del mundo, por lo que los casos de éxito en la industria metálica española pueden servir para demostrar la viabilidad de la solución. Además, muchos de los propietarios de minas en España son a su vez propietarios de otras explotaciones en Iberoamérica, y los acuerdos comerciales existentes facilitan el acceso a estos mercados.

Nuestro proceso de internacionalización se centrará en la colaboración con el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) y la Agencia Andaluza de Promoción Exterior (Extenda), especializados ambos en la apertura de enlaces comerciales y la realización de misiones enfocadas al desarrollo de empresas españolas en el extranjero. Ambas agencias cuentan además con una fuerte presencia en el exterior.

El segundo pilar en el que se centrará la internacionalización de Mininsight es la presencia en ferias comerciales regionales, especialmente las celebradas en Chile y Perú, que se encuentran entre las principales a nivel mundial.

Por último, pero no menos importante, las sinergias construidas con los clientes en España resultarán fundamentales para implantar nuestras soluciones en minas participadas por dichos clientes en Iberoamérica.

7 – Estudio Económico-Financiero

7.1 – Gastos iniciales de establecimiento

Equipos informaticos	Coste	Unidades	Total
Servidor Redundante	2.536,12 €	2	5.072,24 €
Estación de Trabajo (Small Form Factor)	793,69 €	7	5.555,83 €
Monitor 22"	139,22 €	14	1.949,08 €
SAI Equipos	300	7	2.100,00 €
SAI Servidor	2.891,92 €	1	2.891,92 €
			17.569,07 €

Equipamiento oficina	Coste	Unidades	Total
Mesas	160,00 €	7	1.120,00 €
Sillas	60,00 €	7	420,00 €
			1.540,00 €

Desarrollo Software/modelos Predictivos	Coste	Unidades	Total
Desarrollo producto Mínimo Viable (4 meses x 2 consultores x 100 €/h x 160 h/mes)	96.000,00 €	1	96.000,00 €
			96.000,00 €

Total Ao	115.109,07 €
Amortizacion al 25% anual	28.777,27 €

Se incluye en la inversión inicial el coste de desarrollo de los modelos, con datos en producción, y dashboards con visualizaciones que se desarrollarán entre Septiembre y Diciembre de 2018 para el primer piloto de MATSA, y conseguir así nuestro primer cliente dentro de nuestra solución SaaS en Enero de 2019. Usaremos esta referencia y la red de contactos que nos abra MATSA para promocionar nuestra solución y planes de empresa.

En total necesitamos una inversión inicial de 115.000 euros que, en principio, planteamos obtener en forma de préstamo para poner en marcha la empresa. Este préstamo se ha calculado a una tasa de interés de 2% anual y se irá amortizando en los primeros 4 años de actividad.

7.2 – Ingresos esperados

Los ingresos esperados se basan en el Plan de Implantación y Expansión descrito en el apartado 6.3. Por tanto los resultados finales son consecuencia directa del desempeño del Departamento de Marketing y Comercial para llevar a buen puerto este plan comercial logrando captar los clientes esperados. Así como del Departamento de Operaciones para asegurar y entregar el servicio acordado a los clientes consiguiendo la facturación y logrando así hacer efectivo los ingresos.

De este modo las previsiones de crecimiento anual resultantes de las acciones comerciales, implican unos incrementos anuales, que dentro del mercado internacional es a priori factible ya que se trata de captar, en cada una de las categorías de ingreso, un cliente nacional adicional a MATSA en 2020, 2,5 clientes en 2021, y 7 clientes en 2022.

Las vías de ingreso esperadas de Mininsight son las siguientes:

Vías de Ingreso / Modalidades de Suscripción y Servicios Adicionales
SaaS (Software as a Service): <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación Cloud Mininsight con Pleno Acceso a Dashboards Customizables - Integración de Alarma (ajustables), y órdenes de trabajo - Posibilidad de realizar Simulaciones bajo distintas condiciones (escenarios) - Reportes ilimitados
MaaS (Monitoring as a Service): Entrega de Reportes periódicos en base a los datos de los activos de cliente y los KPIs a medir , usando templates estándares, con customización limitada.
Soporte Profesional: <ul style="list-style-type: none"> - Acciones Correctivas dentro de Soporte Anual - Servicio de Consultoría para nuevas Visualizaciones - Servicios de Entrenamiento - Servicio para Integrar nuevos Activos en la Plataforma Mininsight
Otros Ingresos <ul style="list-style-type: none"> - 2- 3 Auditorías Anuales (1 semana ~5k) - 2 PoC (Pruebas de Concepto) - Anuales(15 k)

Estrategia de Precios y escenarios de ingresos

En base a la madurez tecnológica de los clientes que consigamos captar, podemos encontrarnos ante una situación u otra desde el punto de vista de los ingresos. Por esta razón, analizaremos tres escenarios financieros distintos en función del grado de madurez tecnológica del cliente y de la asunción sobre los módulos que contratarán:

- 1) **Escenario Optimista:** “Módulo D – Actuación y Prescripción”

BASES DE CALCULO INGRESOS (€)								
Vías de Ingreso / Modalidades de Suscripción y Servicios Adicionales	Precios (€)	Precio base medio		2018	2019	2020	2021	2022
SaaS (Software as a Service): - Aplicación Cloud Mininsight con Pleno Acceso a Dashboards Customizables - Integración de Alarma (ajustables), y órdenes de trabajo - Posibilidad de realizar Simulaciones bajo distintas condiciones (escenarios) - Reportes ilimitados	8.000 €	Operaciones Anuales	12		96.000 €	192.000 €	432.000 €	1.080.000 €
Maas (Monitoring as a Service): Entrega de Reportes periódicos en base a los datos de los activos de cliente y los KPIs a medir , usando templates estándares, con customización limitada.	4.000 €	Operaciones Anuales	12		24.000 €	48.000 €	108.000 €	270.000 €
Soporte Profesional: - Acciones Correctivas dentro de Soporte Anual - Servicio de Consultoría para nuevas Visualizaciones - Servicios de Entrenamiento - Servicio para Integrar nuevos Activos en la Plataforma Mininsight	1.600 €	Operaciones Anuales	12		19.200 €	38.400 €	86.400 €	216.000 €
Otros Ingresos - 2- 3 Auditorías Anuales (1 semana ~5k) - 2 PoC (Pruebas de Concepto) - Anuales(15 k)	45.000 €	Operaciones Anuales	1	20.000 €	45.000 €	90.000 €	202.500 €	506.250 €
				20.000 €	184.200 €	368.400 €	828.900 €	2.072.250 €
				Crecimiento anual				
						100%	125%	150%

2) **Escenario Medio:** “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral”, “Módulo B – Evaluación del Desgaste” y “Módulo C – Evaluación de Anomalías): precio estimado es un 20% menor que el precio del escenario optimista.

BASES DE CALCULO INGRESOS (€)								
Vías de Ingreso / Modalidades de Suscripción y Servicios Adicionales	Precios (€)	Precio base medio		2018	2019	2020	2021	2022
SaaS (Software as a Service): - Aplicación Cloud Mininsight con Pleno Acceso a Dashboards Customizables - Integración de Alarma (ajustables), y órdenes de trabajo - Posibilidad de realizar Simulaciones bajo distintas condiciones (escenarios) - Reportes ilimitados	6.400 €	Operaciones Anuales	12		76.800 €	153.600 €	345.600 €	864.000 €
Maas (Monitoring as a Service): Entrega de Reportes periódicos en base a los datos de los activos de cliente y los KPIs a medir , usando templates estándares, con customización limitada.	3.200 €	Operaciones Anuales	12		19.200 €	38.400 €	86.400 €	216.000 €
Soporte Profesional: - Acciones Correctivas dentro de Soporte Anual - Servicio de Consultoría para nuevas Visualizaciones - Servicios de Entrenamiento - Servicio para Integrar nuevos Activos en la Plataforma Mininsight	1.280 €	Operaciones Anuales	12		15.360 €	30.720 €	69.120 €	172.800 €
Otros Ingresos - 2- 3 Auditorías Anuales (1 semana ~5k) - 2 PoC (Pruebas de Concepto) - Anuales(15 k)	36.000 €	Operaciones Anuales	1	20.000 €	36.000 €	72.000 €	162.000 €	405.000 €
				20.000 €	147.360 €	294.720 €	663.120 €	1.657.800 €
				Crecimiento anual				
						100%	125%	150%

3) **Escenario Pesimista:** “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral” y “Módulo B – Evaluación del Desgaste”: precio estimado es un 20% que el precio del Escenario Optimista.

BASES DE CALCULO INGRESOS (€)								
Vías de Ingreso / Modalidades de Suscripción y Servicios Adicionales	Precios (€)	Precio base medio		2018	2019	2020	2021	2022
SaaS (Software as a Service): - Aplicación Cloud Mininsight con Pleno Acceso a Dashboards Customizables - Integración de Alarma (ajustables), y órdenes de trabajo - Posibilidad de realizar Simulaciones bajo distintas condiciones (escenarios) - Reportes ilimitados	4.800 €	Operaciones Anuales	12		57.600 €	115.200 €	259.200 €	648.000 €
Maas (Monitoring as a Service): Entrega de Reportes periódicos en base a los datos de los activos de cliente y los KPIs a medir , usando templates estándares, con customización limitada.	2.400 €	Operaciones Anuales	12		14.400 €	28.800 €	64.800 €	162.000 €
Soporte Profesional: - Acciones Correctivas dentro de Soporte Anual - Servicio de Consultoría para nuevas Visualizaciones - Servicios de Entrenamiento - Servicio para Integrar nuevos Activos en la Plataforma Mininsight	960 €	Operaciones Anuales	12		11.520 €	23.040 €	51.840 €	129.600 €
Otros Ingresos - 2- 3 Auditorías Anuales (1 semana ~5k) - 2 PoC (Pruebas de Concepto) - Anuales(15 k)	27.000 €	Operaciones Anuales	1	20.000 €	27.000 €	54.000 €	121.500 €	303.750 €
				20.000 €	110.520 €	221.040 €	497.340 €	1.243.350 €
				Crecimiento anual				
						100%	125%	150%

7.3 – Costes esperados

La base de costes varía en función de la evolución de la plantilla, la plataforma Cloud, y las inversiones en marketing y comercial detalladas en el Plan de Implantación y Expansión.

Se toma como fecha de puesta en marcha de la actividad del negocio el 9 de Septiembre de 2018. En los 4 meses posteriores se centrará en el esfuerzo de desarrollar el producto mínimo viable, que será implantado en MATSA (Cliente Piloto)

Salarios: Las contrataciones se harán de forma gradual en función del incremento del número de clientes. De los 7 integrantes de la empresa, 3 comenzarán el primer año a tiempo

completo; 4 el segundo año a tiempo completo y 3 a tiempo parcial; y a partir del tercer año los 7 integrantes a tiempo completo. El esfuerzo será gradual a la demanda. Además, se añade una persona Administrativa y un Diseñador a tiempo parcial.

Descripción	Coste	Unidades	Sub-Total
Titulado grado superior	3.751,25 €	7	26.258,75 €
Auxiliares Y Diseñador Jr.	1.715,38 €	1,5	2.573,06 €

Total	28.831,81 €
--------------	--------------------

Gastos Corrientes y Administración

Gastos corrientes y administracion. Alquileres y suministros	Total Anual
Telefonía móvil	338,80 €
Cuota Mensual Centralita Virtual	142,78 €
Cuota Mensual Tarifa Plana Empresa	36,18 €
Internet	74,72 €
Papelería y material de oficina	237,12 €
Alquiler oficina	450,00 €
Dietas y transporte (2019)	1.509,20 €
Dietas y transporte año 2020	7.997,80 €
Dietas y transporte año 2021	22.688,70 €
Dietas y transporte año 2022	33.862,88 €
Luz	121,00 €
Agua	36,30 €

Servicios profesionales externos y Asesorías

Concepto
Prev. de riesgos laborales (pago anual)
Servicios bancarios
Gestoría Fiscal
Gestoría laboral
Limpieza
Otros

Marketing y Publicidad

Concepto
Cartelería
Mailing
Revistas especializadas
Google ads
Evento promocionales
Lideres de opinion
RRSS

Plataforma Cloud Azure - Pay as you Go: el presupuesto de Azure está realizado en base a volumetría de datos y al crecimiento esperado en el número de clientes. Este crecimiento implica el crecimiento de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de nuestra plataforma. Asumimos como hipótesis de inicio minas de tamaño medio con 30 equipos de extracción entre jumbos, simbas, palas y camiones.

Microsoft Azure Estimate

Su presupuesto				2.019	1.5	2	2.5
Service type	Custom name	Description	Estimated Cost				
Data Lake Store	Miningsight	Pago por uso: 1 TB Storage, 10 transacciones de lectura, 60 transacciones de escritura	€36,24				
Stream Analytics	Miningsight	2 unidades, 730 Hours	€147,75				
SQL Database	Miningsight	Base de datos única, capa Básico, nivel B, 5 DTU, 2 GB de almacenamiento por base de datos	€4,13				
Machine Learning Studio	Miningsight	Estudio: 1 puestos en el estudio, 160 horas de experimento por puesto	€143,35				
Event Hubs	Miningsight	Nivel Estándar: 3 millones de eventos de entrada, 1 unidades de rendimiento x 730 Hours	€18,54				
Batch	Miningsight	Cloud Services: 2 A0 (1 núcleos, 0.75 GB de RAM) x 730 Hours; Virtual Machines: 2 D1 (1 núcleos, 3.5 GB de RAM) x 730 Hours	€97,27				
Azure Active Directory	Miningsight	Nivel Basic, modelo de facturación de MFA per-user, 10 usuarios de MFA, 25001-100000 objetos de directorio, 0 Hours	€20,24				
IoT Hub	Miningsight	S1: Ilimitado dispositivos, 400.000 msgs/día, \$50.00/mes, 1 Unidades	€42,17				
IoT Edge	Miningsight	There are no charges to use Azure IoT Edge.	€0,00				
Data Factory	Miningsight	Integration Runtime en la nube: 50 ejecuciones de actividad y 60 horas de movimiento de datos, 1 máquinas virtuales con un tamaño de a4v2 para SQL Server Integration Services, 0 Integration Runtime autohospedado: 0 ejecuciones de actividad, 730 horas de movimiento de datos	€287,98				
Support	Miningsight	Support	€84,33				
		Monthly Total	€881,99				
		Annual Total	€10.583,91	€15.875,86	21.167,81 €	26.459,77 €	

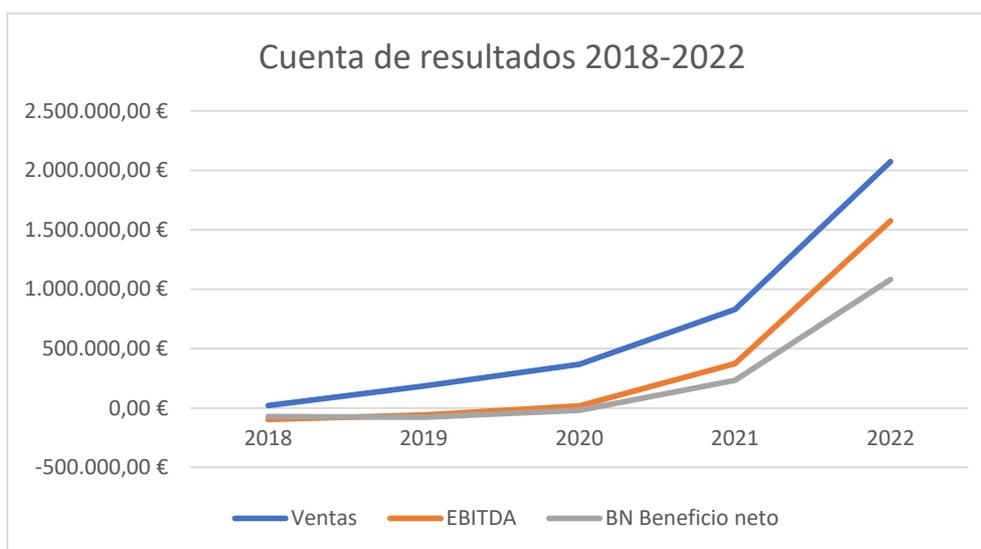
Incremento Anual tráfico y almacenamiento (más cliente)

7.4 – Cuenta de pérdidas y ganancias

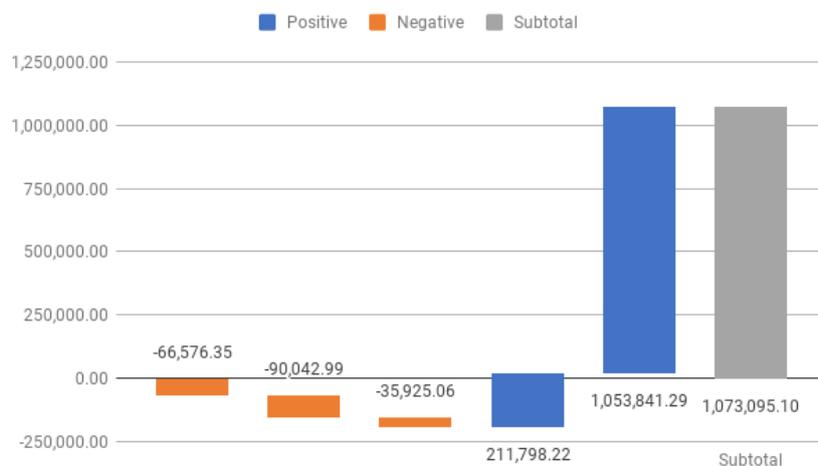
Escenario Optimista

CUENTA DE RESULTADOS

	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas	20.000,00 €	184.200,00 €	368.400,00 €	828.900,00 €	2.072.250,00 €
Coste ventas	96.000,00 €	11.906,90 €	15.875,86 €	21.167,81 €	26.459,77 €
Margen bruto	-76.000,00 €	172.293,10 €	352.524,14 €	807.732,19 €	2.045.790,23 €
Salarios	0,00 €	171.596,00 €	259.703,00 €	345.981,75 €	369.346,94 €
Gastos Comerciales y Marketing		33.166,20 €	49.469,80 €	64.160,70 €	75.334,88 €
Gastos Generales (Admon. + Mtmto. + Otros)	19.109,07 €	26.276,10 €	24.785,21 €	25.133,21 €	25.733,21 €
EBITDA	-95.109,07 €	-58.745,20 €	18.566,13 €	372.456,53 €	1.575.375,21 €
Amortización (4 años Ao)		28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €
EBIT o BAIT	-95.109,07 €	-87.522,46 €	-10.211,14 €	343.679,26 €	1.546.597,94 €
Gastos financieros	8.747,15 €	23.217,15 €	17.746,56 €	10.808,53 €	2.451,39 €
EBT o BAT	-103.856,22 €	-110.739,61 €	-27.957,70 €	332.870,73 €	1.544.146,55 €
Impuestos	-31.156,87 €	-33.221,88 €	-8.387,31 €	99.861,22 €	463.243,96 €
BN Beneficio neto	-72.699,35 €	-77.517,73 €	-19.570,39 €	233.009,51 €	1.080.902,58 €



Flujo de Caja

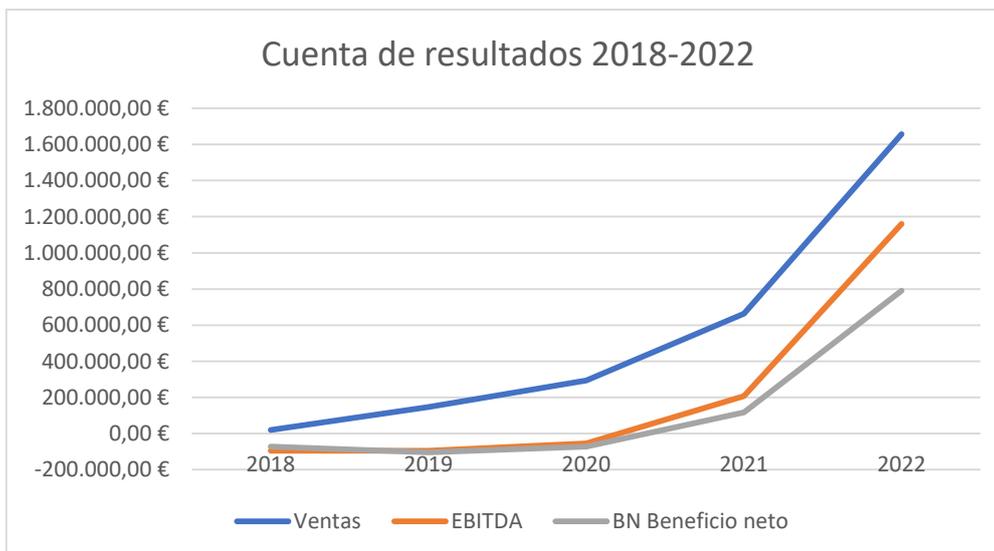


Escenario Medio

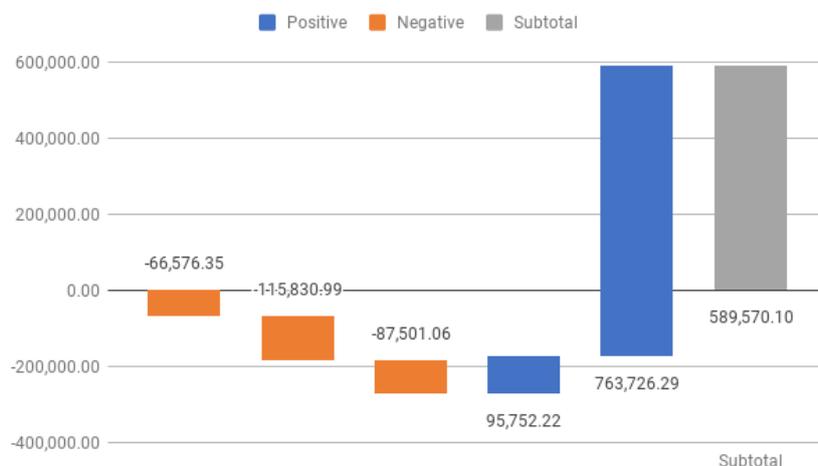
CUENTA DE RESULTADOS

	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas	20.000,00 €	147.360,00 €	294.720,00 €	663.120,00 €	1.657.800,00 €
Coste ventas	96.000,00 €	11.906,90 €	15.875,86 €	21.167,81 €	26.459,77 €
Margen bruto	-76.000,00 €	135.453,10 €	278.844,14 €	641.952,19 €	1.631.340,23 €
Salarios	0,00 €	171.596,00 €	259.703,00 €	345.981,75 €	369.346,94 €
Gastos Comerciales y Marketing		33.166,20 €	49.469,80 €	64.160,70 €	75.334,88 €
Gastos Generales (Admon. + Mtmto. + Otros)	19.109,07 €	26.276,10 €	24.785,21 €	25.133,21 €	25.733,21 €
EBITDA	-95.109,07 €	-95.585,20 €	-55.113,87 €	206.676,53 €	1.160.925,21 €
Amortización (4 años Ao)		28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €
EBIT o BAIT	-95.109,07 €	-124.362,46 €	-83.891,14 €	177.899,26 €	1.132.147,94 €
Gastos financieros	8.747,15 €	23.217,15 €	17.746,56 €	10.808,53 €	2.451,39 €
EBT o BAT	-103.856,22 €	-147.579,61 €	-101.637,70 €	167.090,73 €	1.129.696,55 €
Impuestos	-31.156,87 €	-44.273,88 €	-30.491,31 €	50.127,22 €	338.908,96 €
BN Beneficio neto	-72.699,35 €	-103.305,73 €	-71.146,39 €	116.963,51 €	790.787,58 €

Cuenta de resultados 2018-2022



Flujo de Caja

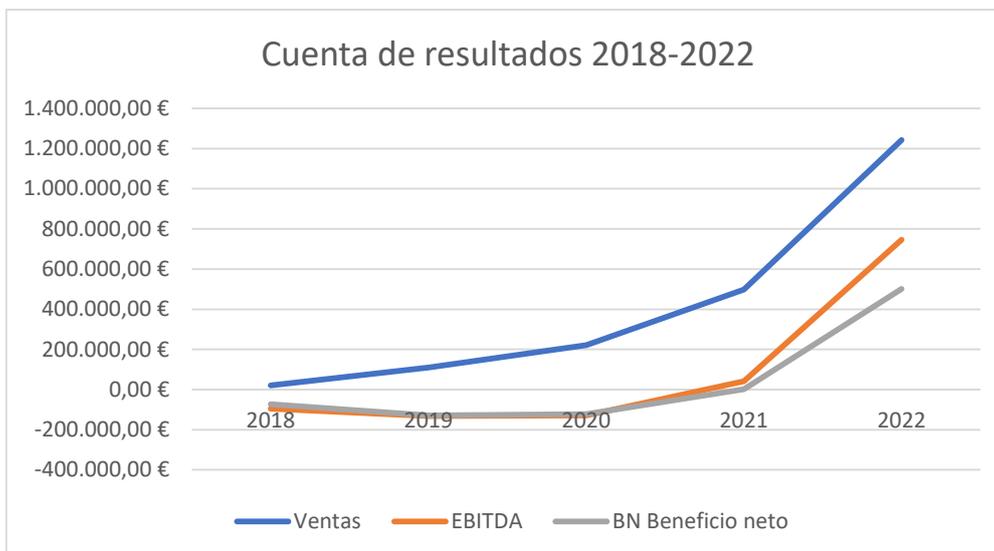


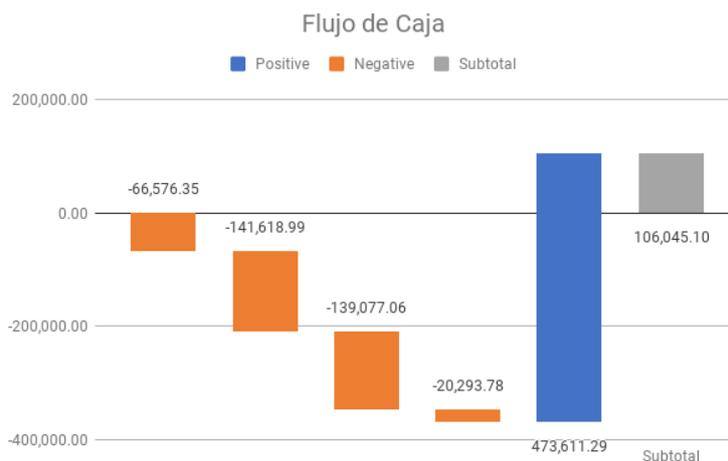
Escenario Pesimista

CUENTA DE RESULTADOS

	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas	20.000,00 €	110.520,00 €	221.040,00 €	497.340,00 €	1.243.350,00 €
Coste ventas	96.000,00 €	11.906,90 €	15.875,86 €	21.167,81 €	26.459,77 €
Margen bruto	-76.000,00 €	98.613,10 €	205.164,14 €	476.172,19 €	1.216.890,23 €
Salarios	0,00 €	171.596,00 €	259.703,00 €	345.981,75 €	369.346,94 €
Gastos Comerciales y Marketing		33.166,20 €	49.469,80 €	64.160,70 €	75.334,88 €
Gastos Generales (Admon. + Mtmto. + Otros)	19.109,07 €	26.276,10 €	24.785,21 €	25.133,21 €	25.733,21 €
EBITDA	-95.109,07 €	-132.425,20 €	-128.793,87 €	40.896,53 €	746.475,21 €
Amortización (4 años Ao)		28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €	28.777,27 €
EBIT o BAIT	-95.109,07 €	-161.202,46 €	-157.571,14 €	12.119,26 €	717.697,94 €
Gastos financieros	8.747,15 €	23.217,15 €	17.746,56 €	10.808,53 €	2.451,39 €
EBT o BAT	-103.856,22 €	-184.419,61 €	-175.317,70 €	1.310,73 €	715.246,55 €
Impuestos	-31.156,87 €	-55.325,88 €	-52.595,31 €	393,22 €	214.573,96 €
BN Beneficio neto	-72.699,35 €	-129.093,73 €	-122.722,39 €	917,51 €	500.672,58 €

Cuenta de resultados 2018-2022





7.5 – Análisis financiero

Analizaremos los tres escenarios desde un punto de vista de rentabilidad del proyecto, VAN (con margen de riesgo del 5%) y TIR, así como las necesidades de inversión en base al déficit de caja operativa durante los primeros años.

1- Caso Optimista

VAN ((TIR-5%)	6.539,97 €
TIR	84%

- Necesidad de Cash (adicional al préstamo inicial): 126.000 €
- Punto de Equilibrio: EBITDA > 0 a principios de año 2020 (facturación mensual ~30k Eur)
 - 2 clientes SaaS
 - 2 clientes MaaS
 - 6 Auditorías y 4 PoC

2- Caso Medio

VAN ((TIR-5%)	14.072,22 €
TIR	49%

- Necesidad de Cash (adicional al préstamo inicial): 205.000 €
- Punto de Equilibrio: EBITDA >0 entre 2020 - 2021 (facturación mensual ~40k Eur)
 - 5 clientes SaaS
 - 5 clientes MaaS
 - 13 Auditorías y 9 PoC

3. Caso Pesimista

VAN ((TIR-5%))	45.040,25 €
TIR	10%

- Necesidad de Cash (adicional al préstamo inicial): 301.000 €
- Punto de Equilibrio: EBITDA >0 en 2021 (facturación mensual ~40k Eur)
 - 5 clientes SaaS
 - 5 clientes MaaS
 - 13 Auditorías y 9 PoC

En todos los escenarios bajo el criterio estricto de VAN y TIR, al ser positivos, podemos decir que la empresa a priori será rentable. Pero, al mismo tiempo, podemos ver cómo según los distintos escenarios proyectados hacen de la empresa un proyecto atractivo desde el punto de vista del Payback y la rentabilidad.

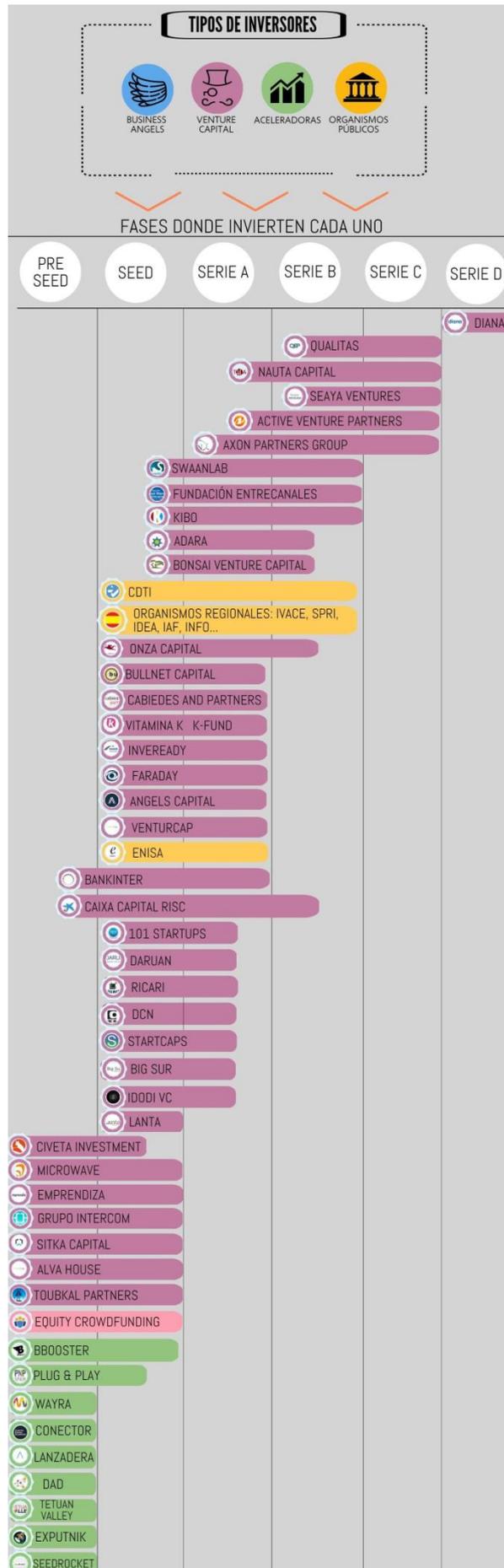
Financiación

La idea sería financiar estas necesidades financieras adicionales (301.000 euros en el escenario pesimista) por las siguientes vías:

- Capital propio de los fundadores de Mininsight: hasta unos 12.000 Euros por cada uno, lo que supondría un total de 98.000 Euros.
- El resto de la inversión la planeamos conseguir de rondas de financiación de capital privado/público, que a lo sumo otorgaría un 30% de las acciones. En el ámbito de España tenemos el ecosistema inversor al que pretendemos dirigirnos aparece reflejado en la siguiente página.

En función de la aportación se irá otorgando una porción de las acciones de la empresa, pero en cualquiera de los casos la intención es que el grupo formado por socios fundadores mantenga siempre un paquete mayoritario, y mantener esta situación en las primeras fases de vida de la empresa.

La financiación adicional que podamos obtener en nuevas rondas se destinarán a la continuar y acelerar el desarrollo de la tecnología Mininsight, manteniendo así un roadmap de evolución de sus productos, así como a su expansión internacional para consolidarse como uno de los líderes en su mercado.



8 – Conclusiones

Mininsight es un suite de soluciones de gestión de activos que ayuda a los propietarios de explotaciones mineras que quieren implantar mantenimiento predictivo en los equipos críticos de extracción para aumentar su disponibilidad y reducir los costes del mantenimiento reactivo.

En la actualidad, la mayor parte de los propietarios de explotaciones mineras han comprendido la importancia de gestionar los equipos críticos de operación y todas las actividades de la mina en base a los datos. Son muchos los sistemas de recogida de datos que se han implementado en el día a día de la mina, pero la mayor parte de los mismos están poco integrados y sólo ofrecen una visión parcial del estado de los equipos y operaciones en un momento concreto. La integración de estos sistemas y aplicaciones en una única plataforma que recoja datos diversos y ofrezca una visión completa sobre el estado de los equipos y las operaciones de la mina resulta fundamental para gestionar la mina en base a los datos.

Nuestra solución es integradora e independiente del conjunto de sistemas y aplicaciones existentes en la mina. Nuestro objetivo es integrar y analizar los datos existentes para atacar uno de los principales problemas de negocio del sector minero, la alta indisponibilidad de los equipos de operación. La construcción de un plan de mantenimiento predictivo basado en las condiciones reales del equipo puede ayudar a reducir el mantenimiento reactivo de los equipos en un 20%, aumentando la disponibilidad de los mismos y reduciendo los costes asociados a la indisponibilidad.

Nuestra solución considera la existencia de distintos grados de madurez tecnológica en el sector minero, y se adapta a cada situación utilizando cuadro módulos diferenciados. El “Módulo A – Cuadro de Mandos Integral”, visualiza en un único informe y en tiempo real el estado global de los equipos de extracción, sus principales sistemas y componentes, facilitando la tarea de vigilancia y actuación del director de mantenimiento. El “Módulo B – Evaluación del Desgaste”, utiliza un modelo de regresión logística para mostrar el estado futuro de los equipos, permitiendo atacar antes de que se produzca el fallo o avería. El “Módulo C – Detección de Anomalía”, detecta los valores que difieren de la norma y avisa de posibles fallos y averías futuros relacionados con estas anomalías. Por su parte, el “Módulo D – Actuación y Prescripción”, construye en un plan de mantenimiento predictivo basado en el estado de los equipos y en el efecto económico que un fallo o avería específico puede tener sobre el negocio, ofreciendo el mejor plan de mantenimiento para cada equipo.

En el desarrollo de este proyecto hemos conseguido acercarnos a nuestro primer cliente, MATSA, propietaria de una de las principales explotaciones de cobre de Europa, corroborando la existencia del problema y la validez de la solución planteada. En este momento, estamos trabajando con ellos para perfeccionar un producto mínimo viable que pueda utilizarse como caso de éxito aplicable a otras empresas del sector minero.

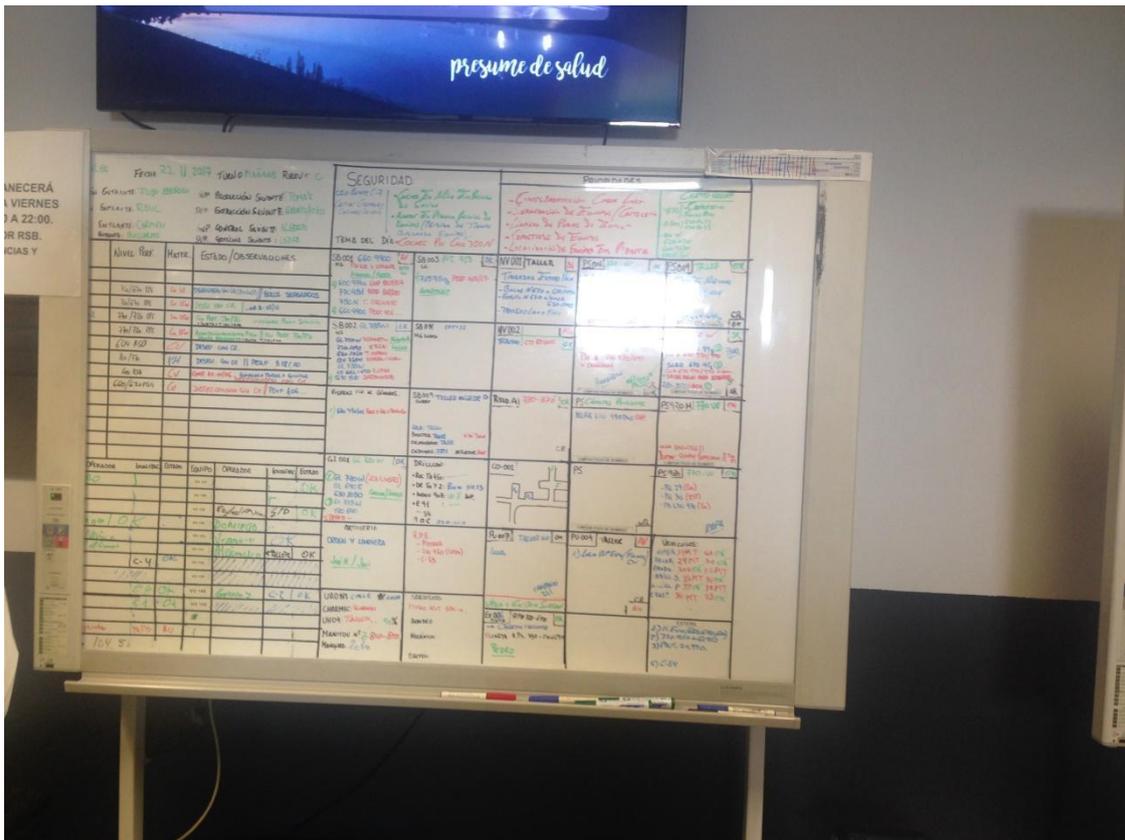
Nuestro plan de marketing y expansión nos permite trazar el camino más adecuado para llegar a los potenciales clientes con éxito, alcanzando un nivel de internacionalización importante a partir del tercer año.

El proyecto es viable y atractivo financieramente, devolviendo una rentabilidad más que aceptable en los casos más y menos optimistas. La inversión inicial requerida variará entre los

125.000 y los 300.000 euros (las fuentes de financiación irán desde capital de fundadores hasta rondas de financiación públicas y privadas).

En los próximos meses, trabajaremos en la implantación del “Módulo D – Evaluación del Desgaste” en MATSA, al tiempo que nos aproximamos al resto de actores del sector minero para desarrollar pruebas de concepto que nos abran las puertas hacia nuevos clientes.

Anexo I – Informe de replanteo en campo



Plan diario de operaciones de la mina



Pala de perfil bajo sujeta a operaciones de mantenimiento reactivo en el taller



Jumbo sometido a mantenimiento preventivo en el taller



Jumbo en operación dentro de la mina



Sistema de telemetría de un jumbo



Pala en mantenimiento reactivo dentro de la mina



Simba en operación dentro de la mina



Camiones descargando mineral en la zona de acopio



Vista general de la zona de acopio de mineral



Vista general de la planta de procesamiento



El equipo de Mininsight preparado para bajar a la mina



El equipo de Mininsight dentro de la mina

