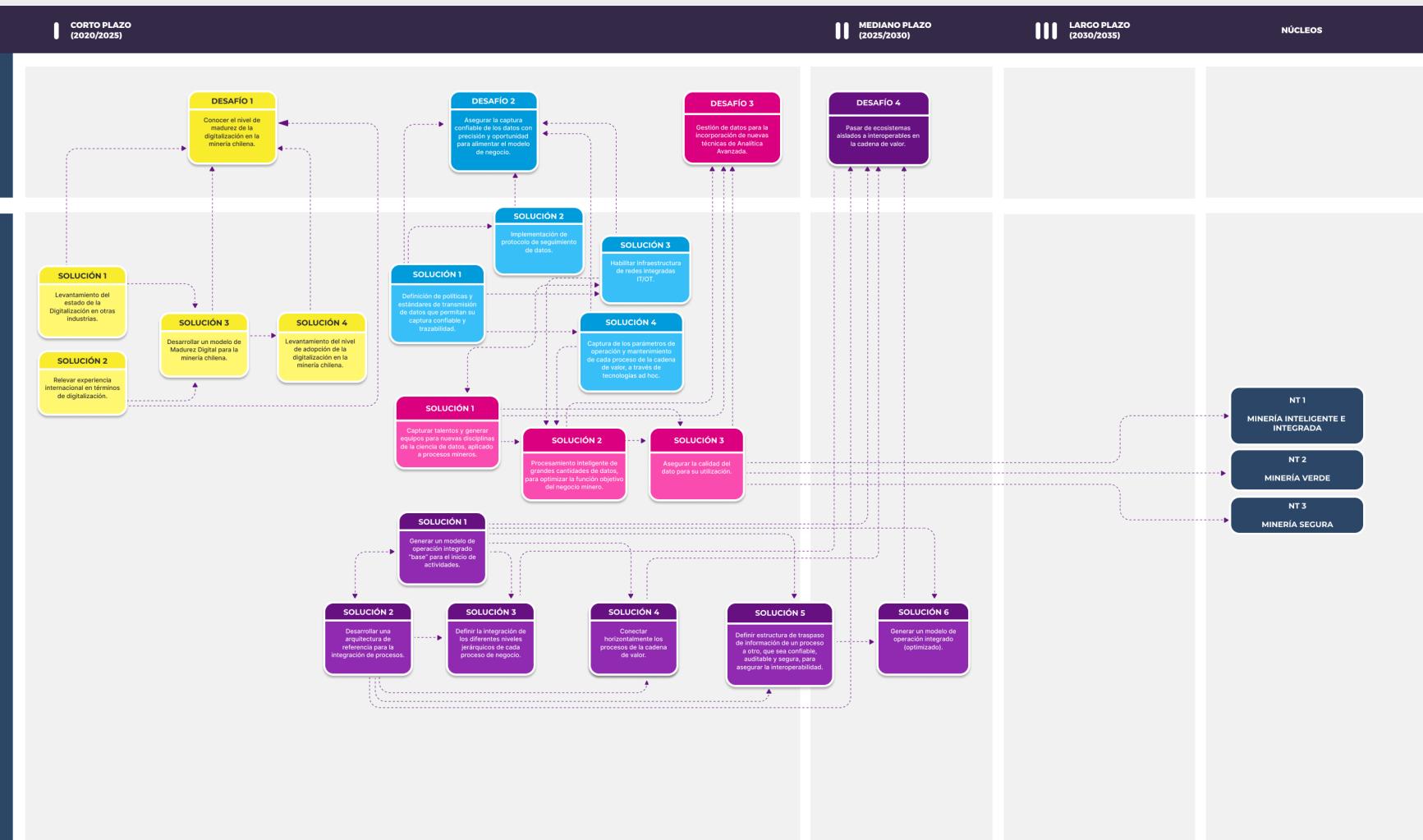




# NÚCLEO HABILITANTE 4: DIGITALIZACIÓN





## NÚCLEO HABILITANTE 4: Digitalización

Comprende la infraestructura de Tecnologías de la Información (IT), Tecnologías Operacionales (OT), captura, gestión e integración de los datos provenientes de la operación minera y su entorno, permitiendo la gestión integral de la cadena de valor en todas sus dimensiones.

### Desafío 1

#### Corto plazo

#### Conocer el nivel de madurez de la digitalización en la minería chilena

La Digitalización, es un requisito fundamental para lograr que la industria minera siga creciendo. Toda compañía minera que quiera integrarse en el dinámico sistema económico actual y seguir siendo competitiva, debe aplicar el pensamiento digital en todos sus procesos. Para tener éxito en la transformación digital, es importante que las compañías sepan dónde se encuentran y dónde quieren estar; de esta manera, pueden alinear sus estrategias con las tendencias del mercado y del sector minero en concreto. Dicho de otra manera, las compañías mineras deben evaluar y medir su grado de madurez digital. Midiendo las capacidades y los resultados de cada una de las compañías mineras en Chile, se obtiene un Indicador de Madurez Digital – IMD (<https://www.thegrowthhub.biz/digital-maturity-index>) , como punto de partida para iniciar la transformación digital de la industria minera.

#### Solución: Levantamiento del estado de la Digitalización en otras industrias

Junto con la banca, las empresas que conforman el sector industrial, son las que más avanzadas están en materia de digitalización de sus procesos; al contrario de la industria minera, donde el nivel de digitalización aún es muy bajo comparativamente. En algunos casos es factible encontrar ejemplos de grandes empresas que tienen plenamente digitalizada e integrada toda su cadena de valor: desde sus procesos de fabricación y sus operaciones, pasando por su capital humano, sus procesos comerciales y sus relaciones con clientes y proveedores. El levantamiento del estado del nivel de digitalización, además de permitir obtener una referencia real de otras industrias, permitirá también conocer las estrategias y soluciones de las que estas disponen, para así adaptar las buenas prácticas al entorno minero y eventualmente optimizarlas.

#### Solución: Relevar experiencia internacional en términos de digitalización

La solución planteada radica en realizar un benchmarking continuo, en el cual se tomen como referencia los productos, servicios o procesos de trabajo de las empresas consideradas como líderes en industrias como la del petróleo y gas, sector salud, alimenticia, entre otras. Esto permitirá aprender que están haciendo otras industrias consideradas con alto grado de digitalización, estudiar las estrategias y técnicas que estas utilizan, con el fin de adaptarlas a la industria minera chilena y así potenciar su grado de competitividad.

#### Solución: Desarrollar un modelo de Madurez Digital para la minería chilena

El tener un Modelo de Madurez Digital para la minería chilena, permitirá a las compañías mineras estructurar las iniciativas correctas para abordar o continuar su transformación digital y subir al siguiente nivel. Dependiendo de los resultados por cada ámbito que se mida, se pueden definir los focos específicos para avanzar y lograr más homogeneidad en la transformación organizacional. Los proyectos y programas se pueden estructurar por cada ámbito y, de esta forma, generar un portafolio de transformación digital coordinado a nivel organizacional, que les permitirá a las empresas mineras transitar a una Transformación Digital de manera ordenada y alineadas con sus estrategias de negocio (Road Map de Transformación Digital).

#### Solución: Levantamiento del nivel de adopción de la digitalización en la minería chilena

Es sabido que la industria minera cuenta con diversas tecnologías de punta, y se reconoce la importancia de la innovación en sus procesos; sin embargo, el principal problema radica en saber cómo desplegar, utilizar e integrar dichas tecnologías para lograr sus prioridades estratégicas y con esto maximizar el potencial del negocio. Como parte de la estrategia para conocer el nivel de madurez de la Digitalización, se plantea realizar un estudio que brinde una mirada en profundidad de la adopción tecnológica y del estado de la confianza digital de las mineras locales.



## NÚCLEO HABILITANTE 4: Digitalización

Comprende la infraestructura de Tecnologías de la Información (IT), Tecnologías Operacionales (OT), captura, gestión e integración de los datos provenientes de la operación minera y su entorno, permitiendo la gestión integral de la cadena de valor en todas sus dimensiones.

### Desafío 2

Mediano plazo

#### Asegurar la captura confiable de los datos con precisión y oportunidad para alimentar el modelo de negocio

En el pasado, la competitividad de las mineras se medía por cuán bien éstas extraían sus recursos; sin embargo, en la actualidad dada la coyuntura del mercado internacional, la propuesta de valor de la industria está cambiando, y tiende a analizar cuán bien una empresa actúa sobre la información que genera, y qué tan confiable es esta información para optimizar la producción, reducir los costos, aumentar la eficiencia y mejorar la seguridad. En resumen, los datos y la capacidad de organizar, administrar y procesarlos, se están volviendo rápidamente un nivel diferenciador competitivo, que incluso puede estimular nuevos modelos de negocio.

#### Solución: Definición de políticas y estándares de transmisión de datos que permitan su captura confiable y trazabilidad

La continua necesidad de incrementar la productividad en la minería, hace que se requiera de una visión del proceso productivo integral, en tiempo real y con precisión; lo que además considera la inclusión de nuevos equipos, que requieren de una ágil integración con los sistemas preexistentes. Bajo este panorama, la inclusión de políticas que promuevan el uso de datos en tiempo real estandarizados, provee flexibilidad para adaptar rápidamente el negocio y sus procesos productivos a las variaciones de mercado y enfrentar los nuevos desafíos de la industria; además de generar beneficios que disminuyen los costos de transacción, asegura un mayor poder de negociación, promueve alianzas, reduce el riesgo en I+D, entre otros beneficios.

#### Solución: Implementación de protocolo de seguimiento de datos

Las compañías mineras pueden ver afectados sus procesos debido a la pérdida de información y datos de mala calidad que se van acumulando en sus sistemas a lo largo del tiempo, impactando toda la cadena de valor, dada la incidencia que éstos tienen en los procesos de trabajo y la creación de valor añadido de la organización.

Definir altos estándares de calidad de datos, establecer métodos preventivos, correctivos y eficientes en la gestión de los datos de mala calidad, prever el control y los medios de sanidad para minimizar el impacto que éstos puedan traer en los procesos de la cadena de valor, son algunos de los protocolos que debe contener un sistema de gestión de datos para la Minería 4.0, los cuales deben incluir el “dónde guardar” y el “dónde buscar” los datos, identificando desde la fuente primaria hasta el usuario final.

#### Solución: Habilitar infraestructura de redes integradas IT/OT

En respuesta a los desafíos de trabajar en áreas difíciles, remotas, además de la constante fluctuación en los precios de los minerales; las compañías mineras deben habilitar infraestructura de redes integradas que permitan rescatar la información de los procesos y compartirlo con los sistemas de gestión, para generar mayor valor agregado, y consecuentemente mejorar la toma de decisiones.

#### Solución: Captura de los parámetros de operación y mantenimiento de cada proceso de la cadena de valor, a través de tecnologías ad hoc

Los distintos procesos existentes en el negocio minero, desde la operación de minado, el procesamiento de minerales en planta, hasta la entrega del producto final, proporcionan gran cantidad de datos e información; lo cual, con un análisis adecuado, permite tomar decisiones correctas y oportunas. En este sentido, la inserción de sensores inteligentes al entorno minero juega un papel preponderante junto al internet de las cosas (IoT), para lograr capturar los datos de los parámetros de operación y mantenimiento de sus activos de manera confiable, lo que posibilita medir el desempeño de los mismos y así determinar puntos de mejora.



## NÚCLEO

### HABILITANTE 4: Digitalización

Comprende la infraestructura de Tecnologías de la Información (IT), Tecnologías Operacionales (OT), captura, gestión e integración de los datos provenientes de la operación minera y su entorno, permitiendo la gestión integral de la cadena de valor en todas sus dimensiones.

#### Desafío 3

Mediano plazo

#### Gestión de datos para la incorporación de nuevas técnicas de Analítica Avanzada

Si bien las compañías mineras disponen de gran cantidad de datos, éstas aún no los manejan lo suficientemente bien como para darle sentido y sacar provecho de la información que pueda resultar del análisis de estos.

La simple recopilación de datos no es suficiente. Las empresas mineras deben comprender desde el principio que la gestión y el análisis de sus datos, depende de que exista una estrategia corporativa, en donde se plantee cómo obtener valor de dichos datos; entonces podrán ir más allá de la simple recolección, mediante la implementación de sistemas eficientes de procesamiento, almacenamiento y validación, así como con estrategias de análisis eficaces como la Analítica Avanzada. A continuación, se mencionan las soluciones que el grupo de expertos participantes en el desarrollo de la Hoja de Ruta para la Innovación de la Minería 4.0 para Chile identificó, con el objetivo de hacerle frente al desafío descrito.

#### Solución: Capturar talentos y generar equipos para nuevas disciplinas de la ciencia de datos, aplicado a procesos mineros

En los últimos años, han entrado al mercado una cantidad considerable de nuevas ramas de la ciencia de datos, como la Inteligencia Artificial, Machine Learning, Deep Learning, Big Data, entre otras tantas; las cuales, mediante su aplicación, permiten optimizar distintos aspectos de los procesos industriales. Dada esta coyuntura, es de vital importancia contar con operadores, técnicos y profesionales capacitados en dichas ramas de la ciencia, que puedan aportar desde un principio a la implementación de la estrategia de digitalización, incorporando su conocimiento a los procesos mineros.

#### Solución: Procesamiento inteligente de grandes cantidades de datos, para optimizar la función objetivo del negocio minero

El análisis y procesamiento de gran cantidad de datos, por medio de las técnicas que utiliza el Big Data, tienen el potencial de estimular la eficiencia en la planificación, extracción, transporte, procesamiento de minerales, comercialización y toda la cadena de apoyo del negocio minero al permitir decisiones más rápidas y más acertadas en todos los niveles. Dentro del entorno de la Minería 4.0, en donde se espera la incorporación de gran cantidad de sensores inteligentes en las operaciones mineras, se generarán grandes cantidades de datos de diferente índole, en tiempo real (datos geocientíficos, de estado de los activos y operacionales, etc.), en toda la cadena de valor. Estos datos pueden analizarse mediante un procesamiento masivo en paralelo y además permitiría una distribución más inteligente y rápida a los interesados.

#### Solución: Asegurar la calidad del dato para su utilización

Es indispensable que los datos disponibles en cada proceso, sean fidedignos, para así asegurar que las decisiones que se tomen, producto de la aplicación de Analítica Avanzada, sean las adecuadas. En este punto, cobra particular relevancia que los elementos de medición estén calibrados, y que el sistema implementado para disponer de dichos datos, permita su trazabilidad, desde el momento de su captura hasta su usuario final.



## NÚCLEO HABILITANTE 4: Digitalización

Comprende la infraestructura de Tecnologías de la Información (IT), Tecnologías Operacionales (OT), captura, gestión e integración de los datos provenientes de la operación minera y su entorno, permitiendo la gestión integral de la cadena de valor en todas sus dimensiones.

### Desafío 4

Mediano plazo

#### Pasar de ecosistemas aislados a interoperables en la cadena de valor

La interoperabilidad, definida en términos generales como la capacidad de los sistemas para intercambiar y utilizar información, es un concepto estrechamente vinculado a la Digitalización y es esencial para el progreso hacia la minería del futuro. Sin la digitalización, desde el sentido de cambiar la información del formato análogo al digital, el intercambio de datos sería engoroso, y la digitalización desde la perspectiva de cambiar el modelo de operación actual, a uno basado en el uso de tecnologías digitales, sería también imposible de lograr; y sin la interoperabilidad, los equipos y sistemas informáticos de la minería, quedarían estancados en las estructuras de datos actuales, las cuales han obstaculizado las iniciativas de mejora de los procesos mineros durante años.

En otras palabras, la interoperabilidad es requisito indispensable para maximizar las capacidades y los beneficios de la automatización de la minería, la digitalización, la integración operativa y las iniciativas de análisis de datos; y además puede ser un enorme motor de innovación, partiendo de la base que la minería 4.0 requerirá de un extraordinario nivel de trabajo en equipo entre las personas, los softwares y las máquinas.

#### Solución: Generar un modelo de operación integrado “base” para el inicio de actividades

La interoperabilidad digital posibilita la construcción de modelos de operación que pueden iniciarse con pocos actores e ir escalando ordenadamente, hasta incorporar un mayor número de dispositivos, equipos, procesos, etc., e incluso construir otros nuevos; para generar así una plataforma que crezca y se fortalezca. Aunque es posible realizar proyectos de interoperabilidad por sectores, construir desde el principio un modelo operacional con criterios generales de integración de todo el proceso, ofrecería mayores beneficios y facilidades de implementación en forma lógica y ordenada. Esto por cuanto se facilita una mayor reutilización, seguridad y consistencia en el manejo integral de los datos que interoperan, además de permitir la generación de datos agregados más completos, provenientes de todas las áreas que conforman la cadena de valor y de esta forma habilitar la generación de diferentes tipos de informes, tendencias e información relevante para la toma de decisiones a todos los niveles.

#### Solución: Desarrollar una arquitectura de referencia para la integración de procesos

El desarrollo de una arquitectura de referencia para la integración de los procesos mineros, debe proponer una alternativa para la interoperabilidad de sus componentes y la supervisión de las operaciones, con una visibilidad global de los procesos. La arquitectura debe constar, a lo menos de tres capas: una capa de integración, en donde se establecen los mecanismos de acceso a las fuentes de datos y aplicaciones de las empresas mineras; una capa de modelo de datos, donde se describen los activos físicos del negocio minero, y una capa de gestión, en la cual, a través de sistemas multiagentes, se ejecutan y supervisan sus procesos de negocio.

En su conjunto, la integración de los niveles jerárquicos, la conexión horizontal de los procesos, junto al desarrollo de una arquitectura de referencia para la integración de estos; corresponden inherentemente al desarrollo de un Modelo Conceptual para la Industria Minera 4.0 de Chile.

#### Solución: Definir la integración de los diferentes niveles jerárquicos de cada proceso de negocio

La integración de los diferentes niveles jerárquicos o integración vertical, en la minería 4.0, tiene como objetivo unir todas las capas lógicas dentro de la organización, desde la capa de campo (mina - planta) hasta I+D, control de calidad, la gestión de productos, la TI, las ventas etc. Los datos fluyen libremente y de forma transparente hacia arriba y hacia abajo de estas capas, de modo que tanto las decisiones estratégicas como las operacionales, puedan ser impulsadas por los datos. Desde el punto de vista digital, contar con una arquitectura vertical interoperable, permitirá que el flujo de la información que se produce en la operación de los dispositivos físicos de mina y planta, vayan libremente a los sistemas de nivel superior como HMI, SCADA, MES, ERP, etc.

\*Trasladar toda la información, que se intercambia entre los dispositivos a nivel de campo, para realizar un correcto control de los procesos requiere necesariamente de la adopción de un protocolo abierto que asegure una plena transmisión de la información, y con ello, una toma de decisiones adecuada. El lograr este tipo de integración (Vertical y Horizontal) en todos los niveles del negocio minero, representa una ventaja competitiva crucial, al permitir a las compañías mineras ser capaces de responder adecuadamente y con agilidad a las señales cambiantes del mercado y a las nuevas oportunidades.

#### Solución: Conectar horizontalmente los procesos de la cadena de valor

Además de la integración vertical de los niveles jerárquicos de cada proceso, se requiere también de una integración horizontal que garantice las comunicaciones entre dispositivos físicos de mina y planta, tales como entradas y salidas, sensores, paneles de operador, etc. Una alternativa para alcanzar el éxito de esta integración, es adoptar el estándar de Interoperabilidad OPC-UA (Open Platform Communication - Unified Architecture), el cual facilita el intercambio seguro y fiable de los datos, en un entorno de automatización industrial, facilitando la intercomunicación de sistemas y procesos en entornos distribuidos o multiplataforma.

#### Solución: Definir estructura de traspaso de información de un proceso a otro, que sea confiable, auditabile y segura, para asegurar la interoperabilidad

Para asegurar la interoperabilidad, se requiere de un formato especializado de los datos, que permita organizar, procesar, recuperar y almacenar los datos que se generen. Si bien, existen varios tipos de estructuras básicas y avanzadas, toda estructura de datos está diseñada para organizarlos, de manera que se ajusten a un propósito específico, y que además se pueda acceder y trabajar con ellos de manera apropiada. Se hace entonces indispensable contar con protocolos y estándares interoperables, para lograr la integración de todos los procesos y entre todos los niveles jerárquicos; lo que requiere indudablemente del esfuerzo conjunto de los distintos proveedores de tecnología que forman parte del entorno minero.

#### Solución: Generar un modelo de operación integrado (optimizado)

La estrategia de transformación digital debe apuntar a la generación de un modelo de operación completamente integrado, que logre posicionar competitivamente el negocio minero del futuro, con un nuevo modelo operativo racionalizado, simplificado y más sostenible. El alcance de este modelo debe incluir todos los aspectos de la producción, la calidad, la logística, la gestión de activos, la seguridad, las funciones de apoyo, la simplificación de los sistemas; además del desarrollo del liderazgo y la cultura de la organización. La integración de todas las variables que impactan el negocio minero, permitirá optimizar el valor de todo el sistema, mejorar el alineamiento y la disciplina en la ejecución de los programas; además de simplificar radicalmente el entorno de trabajo.