



**Universidad  
Andrés Bello®**

Facultad de Ingeniería

**ESTUDIO Y DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LOS  
RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE TELÉFONOS MÓVILES EN CAMIONES Y  
PALAS DE ALTO TONELAJE.**

Tesis para la obtención del grado de Magíster en Gestión de Tecnologías de  
Información y Telecomunicaciones

Autores:

**Jorge Ignacio Ramírez Evans**

**Juan Ismael Torres Peña**

Profesor Tutor:

**PhD. David Ruete Zúñiga**

**Santiago de Chile, 2022.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes de comenzar con el desarrollo de la tesis que me permitirá obtener mi grado de Magíster, deseo agradecer a todas aquellas personas que me apoyaron en este camino, quiero agradecer especialmente a mi familia, amigos, y en especial a mi padre que ya no está, quienes desde siempre han creído en mis capacidades y perseverancia para lograr mis metas. Quiero también agradecer a mi esposa que me apoyo en tomar esta decisión de seguir perfeccionándome y avanzar en mi carrera. A mis 2 hijas Josefa e Isabella Torres por su incondicional amor y apoyo. Por último, agradecer también a cada uno de los profesores que, a lo largo de estos años, me apoyaron, corrigieron y de alguna forma me inspiraron a seguir creciendo y mejorando profesionalmente.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MOTIVACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MARCO DE TRABAJO</b> .....	<b>7</b>
3.1. Estructura de la industria minera.....	7
<b>4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
4.1 Diagrama de ishikawa .....	11
4.6 Objetivo general .....	14
4.7 Objetivo específico.....	14
4.8 Métricas.....	16
4.9 Hipótesis .....	16
4.9.1 Amenazas de nuevos competidores entrante .....	17
4.9.2 Amenazas de producto sustitutos .....	17
<b>5. ALCANCE</b> .....	<b>18</b>
5.1 Puntos clave del alcance.....	19
5.1.1 Geográfica: .....	19
5.2 Identificación de la empresa: empresas con más de 500 trabajadores....	19
5.3 Socioeconómica: Empresas con alta rentabilidad e inversión en Prevenición de Riesgos. ....	19
5.4 Beneficios buscados: servicio hecho a la medida del cliente.....	19
5.5 Comportamiento de Compra: alta frecuencia, con alta sensibilidad a la especialización y calidad del servicio.....	19

5.6	Perfil del cliente: gran minería (por su alta rentabilidad, disposición a pago, necesidad de aplicaciones de productos y servicios personalizados). .....	19
<b>6.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
6.1	Backend .....	21
6.1.1	Google Firebase .....	21
6.1.1.1	NodeJs .....	22
6.1.2	ExpressJs .....	24
6.2	Frontend.....	26
6.2.1	VueJS .....	26
6.1.3	Bulma.....	27
6.3	Integración .....	28
6.3.1	AWS.....	28
6.3.2	Docker.....	30
6.3.3	Kubernetes.....	31
6.4	Estudio de mercados.....	33
6.4.1	El mercado de la minería en Chile .....	33
6.4.2.	Proyección de ancho de banda en sector minería.....	34
6.4.3.	Minera inteligente .....	35
6.4.4.	Incorporación de tecnologías de comunicaciones en la industria minera. 36	
<b>7.</b>	<b>ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>38</b>
7.1.	Agilidad .....	38
7.2.	Scrum.....	40
7.2.1.	Uso de scrum.....	40
7.2.2.	Iterativo.....	41
7.2.3.	Los Valores de Scrum .....	41
7.2.4.	Tres Pilares de Scrum .....	41
7.2.5.	Roles .....	43
7.2.6.	Conceptos Claves.....	44

7.2.7.	Eventos Formales.....	44
7.2.8.	Artefactos .....	47
7.3.	Carta Gantt.....	50
7.3.1.	Toma de requerimiento de la solución.....	51
7.3.2.	Análisis para la industria de las TIC aplicada en la minería.....	52
7.3.3.	Maneja sin Distracciones.....	53
7.4.	Modelo CANVAS.....	55
<b>8.</b>	<b>DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>57</b>
8.1.	Desarrollo de la encuesta.....	57
8.2.	Desarrollo de la aplicación .....	63
8.3.	Aplicación de encuesta de satisfacción.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>9.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Caso de éxito en minería .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 2</b> Potenciales clientes de empresas de la Gran minería en Chile .....	8
<b>Ilustración 3</b> Yacimiento y ubicación.....	10
<b>Ilustración 4</b> Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).....	12
<b>Ilustración 5</b> Orquestación de kubernetes y dockers.....	32
<b>Ilustración 6</b> KOMTRAX (Komatsu Machine Tracking System).....	36
<b>Ilustración 7</b> proceso empírico.....	41
<b>Ilustración 8</b> Ciclo scrum.....	49
<b>Ilustración 9</b> Planificación sprint .....	49
<b>Ilustración 10</b> Avances del sprint.....	50
<b>Ilustración 11</b> Carta Gantt.....	50
<b>Ilustración 12</b> Accidente por uso de teléfonos .....	54
<b>Ilustración 13</b> Accidentes con Maquinaria Pesada .....	54
<b>Ilustración 14</b> Caída de camión de carga .....	55
<b>Ilustración 15</b> Modelo de negocio Canvas.....	56
<b>Ilustración 16</b> Código Fuente – Fragmento 1.....	57
<b>Ilustración 17</b> Código Fuente – Fragmento 2.....	58
<b>Ilustración 18</b> Código Fuente – Fragmento 3.....	59
<b>Ilustración 19</b> Código Fuente – Fragmento 4.....	59
<b>Ilustración 20</b> Código Fuente – Fragmento 5.....	60
<b>Ilustración 21</b> Código Fuente – Fragmento 6.....	60
<b>Ilustración 22</b> Código Fuente – Fragmento 7.....	60
<b>Ilustración 23</b> Código Fuente – Fragmento 8.....	61
<b>Ilustración 24</b> Código Fuente – Fragmento 9.....	61
<b>Ilustración 25</b> Código Fuente – Fragmento 10.....	62
<b>Ilustración 26</b> Prototipo Encuesta COVID 19.....	63
<b>Ilustración 27</b> Prototipo solución – Módulos 1 .....	65
<b>Ilustración 28</b> Prototipo solución – Módulos 2 .....	66
<b>Ilustración 29</b> Prototipo solución – Módulos 3 .....	69

<b>Ilustración 30</b>	Prototipo solución – Módulos 4 .....	70
<b>Ilustración 31</b>	Encuesta de Satisfacción al cliente – Parte1.....	71
<b>Ilustración 32</b>	Encuesta de Satisfacción al cliente – Parte2.....	72
<b>Ilustración 33</b>	Dashboard operacional .....	74
<b>Ilustración 34</b>	Cantidad de desbloques semanales .....	77
<b>Ilustración 35</b>	Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 1 .....	80
<b>Ilustración 36</b>	Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 2 .....	80
<b>Ilustración 37</b>	Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 3 .....	81
<b>Ilustración 38</b>	Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 4 .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Identificación de problemas .....	13
<b>Tabla 2</b> Trazabilidad de problemas con objetivos específicos .....	15
<b>Tabla 3</b> Métricas tesis .....	16
<b>Tabla 4</b> Operaciones mineras 2018 .....	19
<b>Tabla 5</b> Proyección de la demanda de ancho de banda .....	34
<b>Tabla 6</b> Ancho de banda disponible por yacimiento.....	35
<b>Tabla 7</b> Ceremonias.....	47
<b>Tabla 8</b> Inducciones por área.....	76
<b>Tabla 9</b> Plan de capacitación – Enero/Abril .....	78



# **ESTUDIO Y DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LOS RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE TELÉFONOS MÓVILES EN CAMIONES Y PALAS DE ALTO TONELAJE.**

Jorge Ramírez Evans, Juan Torres  
Universidad Andrés Bello, Facultad de ingeniería  
Santiago de Chile, 2022

**Resumen:** Hoy la industria de la minería necesita modernizar sus operaciones y robotizar sus procesos que conlleven a mejorar la productividad de los minerales y metales extraídos. Por eso en esta tesis de grado se abarcará una aplicación disruptiva en el mercado que ayudara a evitar accidentes laborales en la conducción de maquinaria de alto tonelaje y apoyara a educar a los trabajadores al no uso de dispositivos móviles mientras conducen, con incentivos y dashboard de comunicaciones para los trabajadores y reportes para la alta gerencia.

**Palabras claves:** minería, dispositivos móviles, accidentes,

**Abstract:** Today the mining industry needs to modernize its operations and robotize its processes that lead to improve the productivity of the minerals and metals extracted. That is why this degree thesis will cover a disruptive application in the market that will help avoid occupational accidents in the driving of high-tonnage machinery and will support educating workers not to use mobile devices while driving, with incentives and communications dashboard for workers and reports for senior management.

**Keywords:** mining, mobile devices, accidents,

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas mineras buscan soluciones de TI que les permitan competir en el mercado global por lo tanto el uso de las Tecnologías de Información TI tienen la finalidad de encontrar métodos y aplicaciones móviles eficientes para formar parte de la estrategia competitiva de las compañías mineras y de esta manera incrementar la eficiencia productiva, la calidad en los productos y servicios del negocio así como la disminución en los tiempos de respuestas ante las necesidades del cliente. Sin duda las aplicaciones móviles, son una excelente herramienta de gestión empresarial, que ayudan positivamente para el desarrollo y viabilidad de las organizaciones, se dice que las empresas que no se adapten a las nuevas tecnologías simplemente dejarán de existir, puesto que estas no tendrán las herramientas necesarias para poder competir.

El presente Documento se basa en la oportunidad de establecer una empresa que entregue un servicio de mensajería celular, que permite la entrega de información a todos los equipos móviles (celulares) en una zona geográfica determinada. Esta mensajería tiene como objetivo el apoyo de coordinar procesos altamente críticos en relación con los riesgos a las personas e información clave, en el menor tiempo posible, emitida por las áreas de prevención de riesgos HSEC de la gran minería en Chile y también haciendo seguimientos mediante generación de estadísticas, bases de datos e informes.

Hoy en día, las áreas de prevención de riesgos y salud ocupacional cuentan con herramientas tecnológicas de soporte gestionado por los mismos usuarios y planillas de control (Dauros, 2019), por lo que resulta apropiado la incorporación de nuevas herramientas que faciliten las operaciones de las empresas

Esto genera una importante oportunidad para que el emprendimiento pueda ser posicionado como Business Partner de las áreas de prevención de riesgos y entregar un

servicio que permita el envío masivo de comunicación, que permita difusiones y monitoreo al instante de los teléfonos móviles de la compañía (Dauros, 2019), lo que significa que se le da la oportunidad a los profesionales de desarrollar dichas herramientas de manera personalizada y adaptada a las necesidades de cada una de las empresas que lo requieran.

Para la industria minera donde la dotación global es de aproximadamente 150.000 trabajadores y cada operación cuenta con 1000 personas, genera naturales disminuciones en cuanto a la velocidad de comunicación y reacción frente a nueva información en términos de Seguridad o Salud Ocupacional (Dauros, 2019), por lo que resulta importante generar acciones que logren mitigar estos aspectos que son de suma importancia para la integridad de dichos trabajadores, además de la evolución de las empresas en el tiempo, si las condiciones de trabajo son seguras el personal involucrado puede tener confianza al realizar sus labores.

El pilar fundamental de esta tesis es entregar una solución que permita evitar los riesgos asociados al uso de teléfonos móviles en camiones, cargadores y palas de alto tonelaje de las compañías mineras, se busca la solución para la detección del uso de teléfonos celulares en camiones y palas de extracción que se encuentran en operación, de manera de disminuir el riesgo potencial de accidentes.

## **2. MOTIVACIÓN**

Hoy en día para que una empresa minera sea exitosa y competitiva en el mercado, esta debe contar con un Sistema de Gestión de Seguridad de acuerdo a su propia realidad, que garantice la protección de la Salud y la Seguridad de todos sus empleados, por medio del control de riesgos; por esta razón, la organización debe mejorar continuamente la eficacia de su Sistema de Gestión de Seguridad mediante el uso de la Política de Seguridad, Evaluación de Riesgos, Objetivos de Seguridad, Mapas de Riesgo, Indicadores de Seguridad y su respectivo Lineamiento, cumplimiento de las normas de seguridad, etc., llevándose a cabo para tal efecto, Inspecciones de seguridad, fiscalizaciones y Auditorías dentro de un proceso de mejora continua. Con estas acciones se busca determinar el nivel de cultura de seguridad de los diferentes niveles de la organización y establecer su relación con los accidentes, para proponer procesos de planificación de un sistema donde se pueda controlar los riesgos en los puestos de trabajo y en las tareas realizadas por los operadores y mecánicos de mantenimiento de la maquinaria pesada de las minas y a su vez contribuir a la mejora continua de la organización minera en materia de Seguridad.

Respecto del nivel tecnológico, en la minería se emplean tecnologías probadas que aseguren la continuidad de la operación, si bien en los últimos años las necesidades de aumentar la productividad estimulan mayor innovación y recursos a tecnologías más avanzadas.

El desarrollo del sector minero está ligado al avance tecnológico, especialmente el relacionado con la comunicación. El acceso a estas tecnologías facilitó la inclusión de nuevas formas de producción, mucho más específicas, eficientes y segura. Como el de automatización, el que incluye al control automático en todas sus manifestaciones, pero que además incorpora disciplinas tales como instrumentación y sensores, sistemas

digitales y computadores, inteligencia artificial, procesamiento de señales y software, robótica y electrónica, además de una serie de otras disciplinas de reciente aparición, orientado a procesos que coordinan automáticamente la operación de varios equipos o procedimientos de análisis de información en tiempo real, y que permiten mejorar la toma de decisiones y también automatizar la generación de reportes. (Área Minera, 2016) Por ello, se estima que la demanda de infraestructura de comunicaciones de la gran minería del cobre explica cerca del 100% de la demanda total de la minería del norte de Chile.

Sin embargo, una de las tareas pendientes para avanzar en las ventajas competitivas es el desarrollo de tecnología minera exportable, para lo cual en Chile se están llevando a cabo iniciativas en las que participan grandes empresas mineras, el sector público y empresas de base tecnológica chilenas.

Ahora bien, es importante destacar que Chile es un país referente en lo que respecta a servicios de operación remota y equipos autónomos, teniendo aplicaciones exitosas en algunas faenas como por ejemplo en El teniente y Gabriela Mistral. Chile tiene las minas de cobre más grandes del Mundo, como también la infraestructura adecuada. Además, existen ciertas restricciones comerciales, pues el exportar este tipo de tecnología es factible, pero el servicio en sí puede que las distancias o bien la inversión en infraestructura para poder llevar a cabo esto no sea rentable.

El principal promotor del crecimiento de ancho de banda en minería en los últimos años ha sido la remotización de procesos, y en particular el traslado de centros de operación desde las faenas a las ciudades. Ejemplos de esto son las divisiones ministro Hales que implementó un Centro de Operaciones piloto en Santiago (Minería Chilena, 2016), Andina que ha hecho lo mismo en la ciudad de Los Andes ([losandesonline.cl](http://losandesonline.cl), 2016), y El teniente que ha implementado un Centro Integrado de Operaciones (CIO), que se ubica en Rancagua y desde donde controla varios procesos de la mina, (Minería Chilena, 2016) Estos centros requieren múltiples niveles de conectividad de voz, datos y

video de alta calidad. Es natural proyectar esta tendencia a otras faenas mineras en el futuro, dado la positiva evaluación de estas iniciativas.

Es importante notar que ancho de banda no es todo. Redes de menor velocidad, pero de baja latencia son también necesarias en la operación remota, especialmente en la tele operación de maquinaria. Estos ejemplos también nos enseñan que el principal destino de los datos no es necesariamente Santiago, sino que pueden ser los centros urbanos más cercanos a las faenas. No se espera que el tráfico internacional sea relevante en comparación al tráfico nacional.

Generar valor a través de la facilitación de la transacción de información relacionada a la prevención de riesgos en empresas con una alta dotación de personal.

En esta sección se analizará una serie de estudios que ayudarán a demostrar la importancia de la tesis planteada en este trabajo de grado. Tesis que hace alusión a la necesidad que posee el mercado de la minería por procesos más eficientes, seguros y que permitan un crecimiento constante en la seguridad de los trabajadores minimizando el riesgo en ellos y en la operación minera.

Además, se demostrará cómo el mercado de la minería necesita modernizar sus infraestructuras. Acá abordaremos específicamente como esta industria requiere una modernización mediante la transformación digital, bajo el alero de la tecnología de la información.

Las nuevas tecnologías han contribuido en rediseñar los procesos mineros, tomando ventaja de la disponibilidad de información en tiempo real y de las facilidades para integrar procesos en una arquitectura homogénea.

La industria minera, uno de los motores principales de la economía de Chile, se ve enfrentada a desafíos que, de no ser resueltos, pondrán en riesgo la competitividad del sector en el mediano a largo plazo, y cuyo primer avance requiere imaginarnos cambios radicales en la manera de hacer las cosas. Hoy, tecnologías en automatización, tele comando, robótica e inteligencia artificial, entre otras, permiten imaginarnos el futuro de la industria con mayores niveles de productividad, márgenes de operaciones, seguridad laboral y, a la vez, menores impactos medioambientales negativos. Estas nueve tendencias en minería nos permitirán visualizar lo que viene para la industria.

### **3. MARCO DE TRABAJO**

En el siguiente apartado definiremos el marco de trabajo en donde estará inmerso el desarrollo de esta tesis de grado.

El marco de trabajo contemplará toda la industria minera. En una primera instancia se analizará aspectos globales de esta industria, para poder dar más contexto sobre porque se eligió este mercado y podrá ayudar a argumentar nuestra hipótesis, situando todo el foco en la industria minera de Chile.

#### **3.1. Estructura de la industria minera**

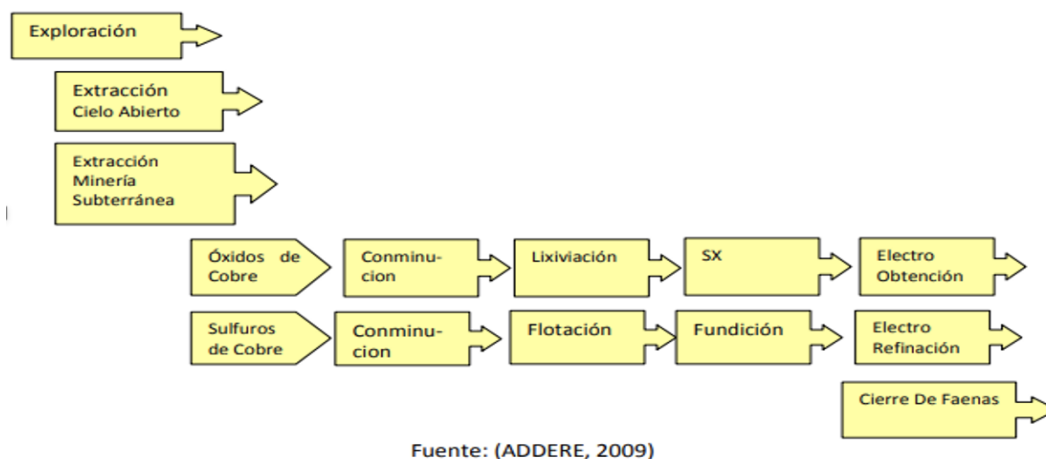
Las faenas mineras se pueden clasificar en primer lugar por el tipo de rajo: existen faenas a cielo abierto y faenas subterráneas. Esta clasificación resulta relevante en términos de estructura de costos y de tecnologías de comunicaciones y procesos de extracción al interior de la faena. Las tecnologías para comunicaciones a cielo abierto tienen especificaciones distintas a las de las tecnologías para comunicaciones al interior de túneles.

Una segunda clasificación se refiere al tipo de mineral presente en las rocas. Se distinguen óxidos y sulfuros, que requieren de procesos metalúrgicos diferentes. Sin embargo, para los fines de este estudio esta diferencia es menos relevante respecto de su impacto en la demanda de telecomunicaciones.

Además, se tienen distintos tipos de clientes según el área de la minería, es importante tenerlos en cuenta en general ya que se pueden desarrollar las herramientas sin importar el tipo de clientes, siempre y cuando cumpla con los



requisitos establecidos para el desarrollo de la aplicación, entre algunos de los tipos clientes potenciales están los descritos en la siguiente ilustración.



*Ilustración 1 Potenciales clientes de empresas de la Gran minería en Chile*

En cuanto a la industria donde operan nuestros clientes objetivos, es una industria que entrega prioridad a la prevención de riesgos y el tratamiento de estos, por lo cual les es atractivo cualquier sistema que permita optimizar los resultados en esta materia.

Existen 24 grandes faenas de explotación de cobre en Chile, de las cuales 7 son estatales, a continuación, se describen dichas faenas con su ubicación y resumen de operaciones.

1. Cerro Colorado: En producción desde el año 1994, Primera Región, a unos 100 km al este de la ciudad de Iquique y a una altura de 2.600 m.
2. Quebrada Blanca: En producción desde el año 1994, Primera Región, a 170 km al sudeste de la ciudad de Iquique y a una altura de 4.400 m.
3. Collahuasi: En producción desde el año 1998, Primera Región, a 175 km al sudeste de la ciudad de Iquique y a una altura de 4.500 m.

4. El Abra: En producción desde el año 1996, Segunda Región, a 39 km al norte de la ciudad de Calama y a una altura de 4.000 m.
5. Radomiro Tomic: En producción desde el año 1998, Segunda Región, a 8 km al norte del yacimiento de Chuquicamata y a una altura de 2.800 m.
6. Chuquicamata: En producción desde el año 1915, Segunda Región, a 240 km de la ciudad de Antofagasta y a una altura de 2.800 m.
7. Ministro Hales: En operaciones desde el año 2010, Segunda Región, a 10 km de Calama.
8. Gabriela Mistral: En operaciones desde 1978, Segunda Región, a 120 km de Calama.
9. Michilla–Lince: En operaciones desde el año 1992, Segunda Región, a 70 km al sur de la ciudad de Tocopilla.
10. Mantos Blancos: En producción desde el año 1961. Actualmente explotan el rajo Santa Bárbara, que incorporó todas las operaciones mineras anteriores, y cuya producción comenzó en 1995. Se ubica en la Segunda Región, a 45 km al noroeste de la ciudad de Antofagasta y a una altura aproximada de 1.000 m.
11. Lomas Bayas: En producción desde el año 1998, Segunda Región, a 110 km al noreste de Antofagasta y a una altura aproximada de 1.500 m.
12. Spence: En marcha el 2005, Segunda Región, a 140 km al noreste de Antofagasta y a una altura aproximada de 1.700 m.
13. El Tesoro: En producción desde el año 2001 Segunda Región, a 140 km al noroeste de Antofagasta en el distrito de Sierra Gorda, a una altura de 2.800 m.
14. Escondida: En producción desde el año 1991, Segunda Región, a 160 km al sudeste de Antofagasta, a una altura de 3.100 m.
15. Zaldívar: En producción desde el año 1995, Segunda Región, a 175 km al sudeste de Antofagasta.
16. El Salvador: En producción desde el año 1959, una vez agotado el yacimiento Potrerillos, Tercera Región a 120 km al este de Chañaral y a una altura de 1.700 m.

17. Manto Verde: En producción desde el año 1995, Tercera Región, a 40 km al interior de Chañaral.
18. La Candelaria: En producción desde el año 1994, Tercera Región, a 20 km al noreste de Copiapó.
19. Andacollo: En producción desde el año 1996, Cuarta Región, a unos 40 km al sudeste de Coquimbo, a una altura de 1.050 m.
20. Los Pelambres: En producción desde fines del año 1999, Cuarta Región, a 79 km al este de Salamanca, a una altura de 3.000 a 3.6000 m.
21. El Soldado: En producción desde 1942, Quinta Región, a 130 km al norte de Santiago, en la Comuna de Nogales.
22. Andina: En producción desde el año 1970, Quinta Región, a 50 km al noreste de Santiago, en el distrito de Saladillo, cercano a la ciudad de Los Andes, a una altura de 3.500 m.
23. Los Bronces: En producción desde el año 1925, Región Metropolitana, a 50 km de Santiago, a una altura de 3.500 m.
24. El teniente: En producción desde el año 1906, Sexta Región, a 80 km al sur de Santiago, al interior de la ciudad de Rancagua.

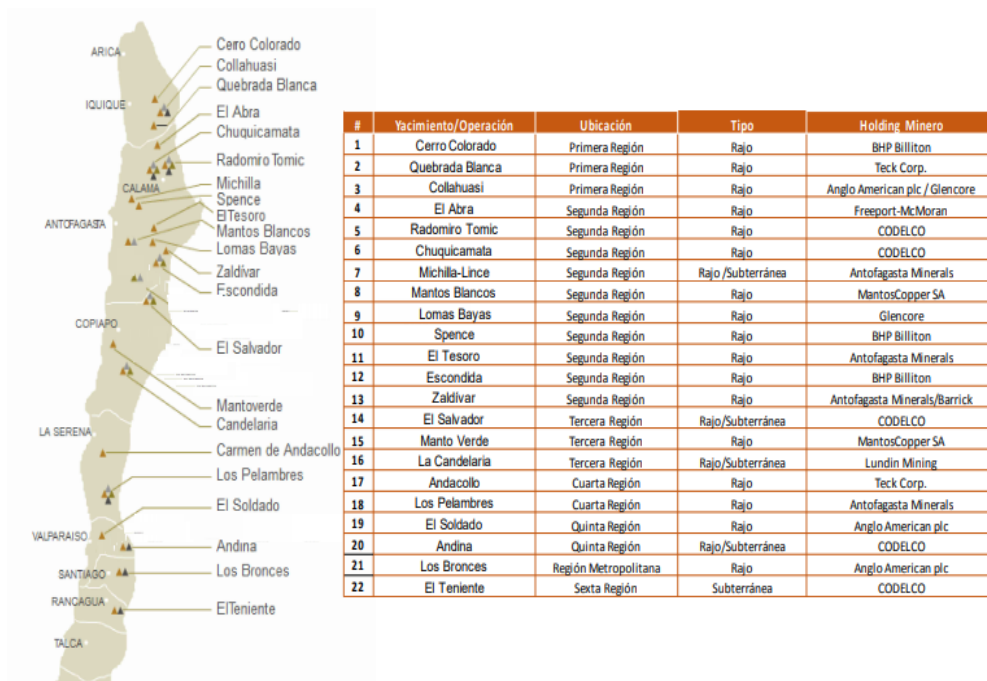


Ilustración 2 Yacimiento y ubicación

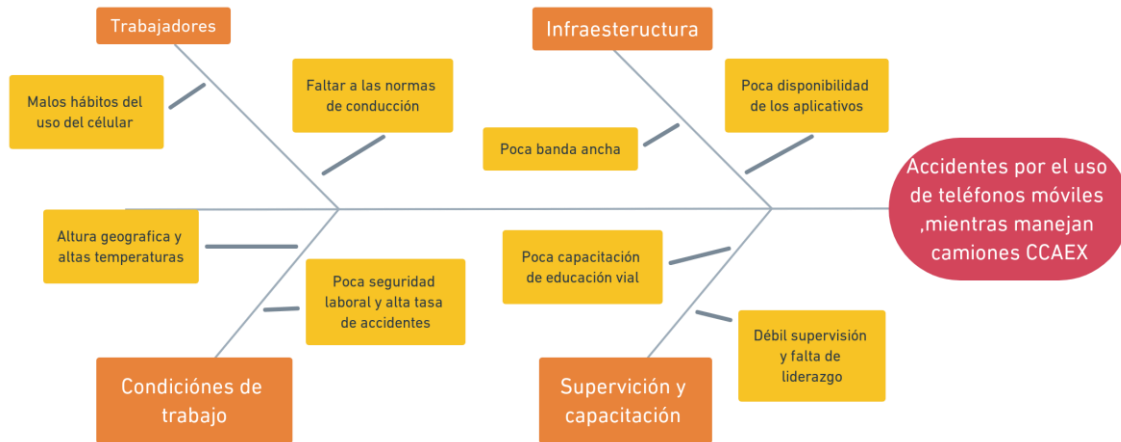
## 4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas mineras y de operaciones de gran escala, en sus procedimientos de trabajo consideran el no uso de dispositivos móviles (teléfonos celulares) para llamadas y mensajes durante la operación en terreno. La práctica anteriormente descrita no se puede verificar en terreno en el escenario actual y por la débil supervisión de sus jefaturas.

¿Cuándo ocurre el problema? Cada vez que el operador del equipo (Equipos de extracción) utiliza su móvil desatendiendo la operación de la maquinaria pesada y poniendo en riesgo su integridad física y la operación minera. Provocando un accidente laboral, perjudicando la operación total de la extracción de los minerales y cierre de la mina por los accidentes provocados. Lo que es pérdida gigantesca para los dueños de la industria minera

### 4.1 Diagrama de ishikawa

El sector de las industrias extractivas es una actividad con alto nivel de siniestralidad y el riesgo debido al uso de maquinaria minera móviles un elemento intrínseco asociado al empleo de técnica minera. Esto exige por parte de todas las partes involucradas, Administraciones Públicas, empresas y trabajadores la mayor atención y esfuerzo para lograr que se trate de un riesgo controlado, en el sentido de que se conozcan perfectamente las causas que lo provocan y sea posible que la actividad se desarrolle con las máximas garantías de prevención. Todas las causas con y su efecto serán explicadas a continuación en el diagrama de Ishikawa correspondiente que se representa en la ilustración n4 de este documento.



**Ilustración 3 Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).**

## 4.2 Explicación de causas

### 4.2.1 Trabajadores

La causa trabajadora tiene relación a dos sub-causas 1) falta a la norma de conducción lo que provoca malas prácticas e incumplimiento a la hora de la conducción. 2) malos hábitos de conducir manipulando dispositivos móviles a norma y el uso de dispositivos móviles, desviando su mirada y atención a los dispositivos. Identificando él [problema 1] mal hábito de conducción incumpliendo normas de conducción

### 4.3 Infraestructura

La causa de infraestructura tiene relación a dos sub-causas 1) al poco bando de ancha en las faenas mineras, lo que provoca una limitante para implementar nuevas tecnologías que necesitan una buena conexión y envío de información a las webs. 2) Al tener muy poco banda ancha e intermitencia de los servicios, lo que provoca una baja disponibilidad de sus aplicativos y un bajo uptime de sus servicios. Identificando él [problema 2] Latencias de banda ancha y poca disponibilidad de los servicios que se conecta a la web.

#### 4.4 Condiciones de trabajo

La causa condiciones de trabajo tiene relación a dos sub-causas 1) Las faenas mineras se encuentran geográficamente en condiciones adversas como es la altitud, lo que puede provocar distintas enfermedades o síntomas 2) Poca seguridad laboral al momento de realizar trabajos extremadamente peligrosos, lo que provoca una alta tasa de accidente mientras se conducen camiones de alto tonelaje, sumada al uso de dispositivos móviles pueden provocar la muerte de sus compañeros de trabajo. Identificando él [problema 3] Personal óptimo para realizar trabajos complejos y déficit de seguridad laboral y poco conocimiento de las consecuencias de los accidentes laborales

#### 4.5 Supervisión y capacitaciones

La causa supervisión y capacitación tiene relación a dos sub-causas 1) pocas capacitaciones de educación vial sobre los camiones de alto tonelajes 2) Supervisores con débil liderazgo sobre su equipo de trabajo lo que degrada la supervisión de las tareas de sus trabajadores. Identificando él [problema 4] Falta de capacitaciones y coaching a la línea de liderazgo de equipos

Problema	Identificador
Mal hábito de conducción incumpliendo las normas de conducción	P01
Latencias de banda ancha y poca disponibilidad de los servicios que se conecta a la web	P02
Personal óptimo para realizar trabajos complejos y déficit de seguridad laboral y poco conocimiento de las consecuencias de los accidentes laborales	P03
Falta de capacitaciones y coaching a la línea de liderazgo de equipos	P04

*Tabla 1 Identificación de problemas por cada etapa.*

#### 4.6 Objetivo general

El principal objetivo de esta tesis es desarrollar una aplicación disruptiva de alta disponibilidad en el sector minero que permita almacenar desbloques de celular, concientizar e incentivar a los trabajadores al no uso de aparatos móviles mientras conducen camiones de alto tonelaje en el proceso extractivo dentro de las instalaciones mineras. De forma tal de mitigar la accidentabilidad al interior de las operaciones gestionadas por sus jefaturas.

#### 4.7 Objetivo específico

A continuación, se definirán los objetivos específicos que se deberán cumplir en este trabajo de grado, estos objetivos permitirán en su conjunto dar cumplimiento al objetivo general

OE01 – Implementar tecnología innovadora en transmitir la información diaria que nos ayude a tener 99% de uptime de los servicios de detección del uso de celulares en faenas mineras

**DNP:** Desbloques NO Programadas dentro del mes medidos en minutos

**TTM:** Tiempo Teórico Mensual en minutos (días del mes \* 24 \* 60)

**TDR:** Tiempo Disponibilidad Real

**TDR (%) = (1 - DNP /TTM) \*100 = medido en porcentaje.**

Nivel de severidad: MENOR. Tiempos de desbloques menor a: 30 MINUTOS

Nivel de severidad: MAYOR. Tiempos de desbloques mayor a 2 HORAS

Nivel de severidad del incidente: CRITICO. Tiempos de desbloques mayor a: 4HORAS

OE02 – Realizar campañas y pruebas semanales a través de la aplicación que ayude a concientizar a los usuarios de educación vial y uso de dispositivos

móviles, desarrollando un sistema de incentivos por cumplir dichas campañas para eso se calcula la tasa de accidentabilidad por cada 1.000.000 de horas trabajadas.

TDI: Tasa de Incidencia de Accidentes Laborales

AJT: Accidentes en Jornada de trabajo

TTT: Tiempo teórico Trabajado

HT: Por cada 1.000.000.- horas trabajadas

$TDI = (AJT / TTT) * 1.000.000 = \text{medido en horas}$

OE03 – Capacitar a todos los supervisores mensualmente sobre accidentes laborales, coaching de supervisión de tareas a través de la aplicación, realizando ranking automático de sus subordinados posibles que puede provocar un accidente.

Objetivos	P01	P02	P03	P04
Objetivo Especifico 1		☑		
Objetivo Especifico 2	☑			
Objetivo Especifico 3			☑	☑

*Tabla 2 Trazabilidad de problemas con objetivos específicos*

Se tiene una correlación entre los problemas y los objetivos con para facilitar la toma de acciones relacionada a la resolución de cada uno de los problemas descritos, de esta manera también se facilita la programación de los plazos de cada acción, de esta manera se asegura la eficacia y eficiencia de estas.



## 4.8 Métricas

Objetivos Específicos	Métrica	Verde TDR: 0% - 20% NO Acción	Rojo TDR: 21% -70% Mitigación
OE01	$TDR(\%) = (1 - DNP / TTM) * 100$	TDR= <20%	TDR= >21%
OE02	$TDI = (AJT / TTT) * 1.000.000$	TDI= <5%	TDR= >6%
OE03	CDC= Cantidad de Capacitaciones	Sin unidad	

**Tabla 3 Métricas tesis**

A través de las métricas se establecen parámetros que medibles para el desarrollo de los objetivos de la investigación, basándose en los tópicos descritos de durante la investigación, además se establecen los plazos de tiempo establecidos y con un seguimiento de desarrollo de estos objetivos.

## 4.9 Hipótesis

Se busca dar soluciones para la detección del uso de teléfonos celulares en asegurar la detección de datos de entrada y salida de un dispositivo móvil, sin infringir la privacidad del propietario mientras conduce con camiones de extracción y equipos de alto tonelaje compatible con condiciones ambientales y operacionales de faenas mineras de manera de disminuir el riesgo potencial de accidentes.

Existen 2 forma de obtener el servicio, el primero es contratando a un tercero para que lo provea por nosotros, siendo nosotros los intermediarios del servicio. Esto es altamente riesgoso, ya que se podría generar una solicitud de servicio directa, lo que nos dejaría fuera del negocio. La segunda, es comprando los elementos necesarios para instalar nuestro propio servicio en cada sector geográfico contratado y desarrollado por nosotros la aplicación, lo cual elimina a los proveedores directos y, con ello, cualquier amenaza de negociación.

#### **4.9.1 Amenazas de nuevos competidores entrante**

La amenaza de nuevos entrantes es alta, debido a que es un servicio altamente replicable a un bajo costo. Este servicio es innovador en su uso para industria minera, pero no como un producto o servicio que es creado y, por ende, que pueda ser protegido por alguna patente.

#### **4.9.2 Amenazas de producto sustitutos**

Actualmente, las compañías mineras utilizan el servicio de mensajería de correos electrónicos, radio-comunicadores y señaléticas en general. Por lo cual, se puede afirmar que el servicio (S&SO aplicación móvil) es una mejora sustancial y no serían sustitutos sino complementos, ya que asegura la recepción por parte de las personas y también no interfiere con otros procesos de comunicación.

## 5. ALCANCE

Todas las Faenas mineras a Rajo Abierto y Subterráneas, Esta sensibilización sobre él sobre el uso de teléfonos móviles en equipos en operaciones de gran escala, es de suma importancia y será coordinada con los equipos de cada Área articulada (Área HSEC), considerando que es parte fundamental para la mitigación del riesgo del uso de teléfonos móviles en equipos de operación.

El cumplimiento de estas medidas permite minimizar el riesgo asociado al uso de teléfonos móviles y dar continuidad sobre las actividades del sector minero, lo mismo que la importancia del aporte del sector en la reactivación económica del país y las regiones donde opera cada mina.

En cuanto a la minera, es una industria que declara prevención de riesgos y el tratamiento de estos como parte de sus valores corporativos, razón por la cual resulta altamente atractivo, el implementar cualquier sistema que permita optimizar los resultados en materia de seguridad.

Además, es importante resaltar que existen varias empresas en las operaciones mineras del país que extraen distintos minerales, cada una con sus divisiones establecidas por lo que manejan gran distintas locaciones a nivel nacional, distinto personal ,distintas rotaciones y forma de ejecutar sus procesos en la extracción de los minerales , sin embargo, la cultura minera hace hincapié en la sensibilización en materia de accidentes sobre los costos asociados y el funcionamiento de la mina , debe ser realizada en la compañía de manera genérica y completa, asegurando una cultura colectiva en los trabajadores de los accidentes que puede provocar sin influir su ubicación en la empresa.

Operaciones Gran Minería Chile 2016	
Compañía	División
Codelco	Chuquicamata
	Radomiro Tomic
	Ministro Hales
	Gabriela Mistral
	Salvador
	Andina
	Ventanas
	El Teniente
Antofagasta Minerals	Antucoya
	Centinela
	Zaldivar
	Los Pelambres
BHP Billiton	Cerro Colorado
	Spence
	Escondida
Anglo american	Los Bronces
	El Soldado
	Chagres
	Collahuasi
Glencore	Lomas Bayas
KGHM	Sierra Gorda
Freeport	El Abra
Lundin	Cendelaria
CAP	Los Colorados
	El Romeral
	El Algarrobo
Lumina Copper	Caserones
Mantos Copper	Mantos Blancos
	Mantoverde

*Tabla 4 Operaciones mineras 2018*

## 5.1 Puntos clave del alcance

### 5.1.1 Geográfica:

Etapa I: región de Antofagasta.

Etapa II: resto de regiones de Chile.

**5.2 Identificación de la empresa:** empresas con más de 500 trabajadores.

**5.3 Socioeconómica:** Empresas con alta rentabilidad e inversión en Prevención de Riesgos.

**5.4 Beneficios buscados:** servicio hecho a la medida del cliente.

**5.5 Comportamiento de Compra:** alta frecuencia, con alta sensibilidad a la especialización y calidad del servicio.

**5.6 Perfil del cliente:** gran minería (por su alta rentabilidad, disposición a pago, necesidad de aplicaciones de productos y servicios personalizados).

El alcance de la estrategia aplica para las operaciones de la gran minería de Chile, con un inicio en operaciones del norte grande y en específico para las áreas de prevención de riesgos de estas compañías. La estrategia de la empresa contempla un plan aplicable a cada inicio de pilotos y posteriores contratos. En el caso de aumentar los contratos, será necesario incorporar un nuevo análisis de contratación de personal propio.

## 6. MARCO TEÓRICO

A continuación, se detallarán todas las tecnologías y aplicativos a utilizar en la construcción de la aplicación detallada en la tesis

### 6.1 Backend

#### 6.1.1 Google Firebase

Firebase es una plataforma móvil creada por la empresa Google en los años 2014, su principal función es desarrollar y facilitar la creación de aplicaciones de muy buena calidad y de una forma rápida, con el fin de lograr aumentar la base de usuarios y ganar más dinero. La plataforma está subida en la nube y está disponible para diferentes plataformas como iOS, Android y web. Contiene diversas funciones y servicios para que cualquier desarrollador pueda combinar y adaptar la plataforma a medida de sus necesidades.

#### Principales características de Firebase

- **Desarrollo:** Firebase permite la creación de mejores aplicaciones, minimizando el tiempo de optimización y desarrollo, mediante diferentes funciones, entre las que destacan la detección de errores y de testeo, que supone poder dar un salto de calidad a la aplicación. Poder almacenar todo en la nube, testear la aplicación o poder configurarla de manera remota, son características destacables de la plataforma.
- **Analítica:** Tener un control máximo del rendimiento de la aplicación mediante métricas analíticas, todo desde un único panel y de forma gratuita, es una de las ventajas que ofrece Firebase respecto a la analítica web. Los datos

analíticos que facilita Firebase, facilita la toma de decisiones basadas y fundamentadas en datos reales.

- **Poder de crecimiento:** Permite gestionar de manera fácil todos los usuarios de las aplicaciones, con el añadido de que se pueden captar nuevos usuarios, mediante invitaciones o notificaciones.
- **Rapidez:** Implementar Firebase puede ser fácil y rápido, gracias a su API que es muy intuitiva, sostenida en un solo SDK. Con Firebase puedes centrar tus esfuerzos en resolver los problemas de tus clientes y así poder evitar la pérdida de tiempo en la creación de una infraestructura compleja.
- **Agilidad:** Firebase ofrece aplicaciones multiplataforma con una Apis integradas a SDK individuales para iOS, Android y JavaScript, de tal forma que se puede gestionar diferentes aplicaciones sin necesidad de salir de la propia plataforma

A la hora de gestionar y aprender a usar la plataforma, Firebase ofrece documentación diversa de manera sencilla, muy buena calidad, mediante ejemplos prácticos, tutoriales y documentación complementaria sobre todos sus usos.

#### **6.1.1.1 NodeJs**

Node.js es un entorno de tiempo de ejecución basado en JavaScript Este entorno de tiempo de ejecución en tiempo real incluye todo lo que se necesita para ejecutar un programa escrito en JavaScript. También aporta muchos beneficios a nivel de seguridad de las aplicaciones web y soluciona muchísimos problemas. Gracias a Node.js se puede ir un paso más allá en la programación con JavaScript

no solo creando sitios web interactivos, sino teniendo la capacidad de hacer cosas que otros lenguajes de secuencia de comandos como Python pueden crear. (Lucas,2019)

#### **6.1.1.2 Para qué sirve Node.js**

Node.js utiliza un modelo de entrada y salida sin bloqueo controlado por eventos que lo hace ligero y eficiente. Puede referirse a cualquier operación, desde leer o escribir archivos de cualquier tipo hasta hacer una solicitud HTTP (Lucas,2019)

La idea principal de Node.js es usar el modelo de entrada y salida sin bloqueo y controlado por eventos para seguir siendo liviano y eficiente frente a las aplicaciones en tiempo real de uso de datos que se ejecutan en los dispositivos. Donde Node.js realmente brilla es en la creación de aplicaciones de red rápidas, ya que es capaz de manejar una gran cantidad de conexiones simultáneas con un alto nivel de rendimiento, lo que equivale a una alta escalabilidad.

#### **6.1.1.3 Cómo funciona Node.js**

El funcionamiento interno del entorno de ejecución para JavaScript, Node.js, es bastante interesante. En comparación con las técnicas tradicionales de servicio web donde cada conexión (que crea una solicitud) genera un nuevo subproceso, ocupando la RAM del sistema y regularmente maximizando la cantidad de RAM disponible, Node.js opera en un solo subproceso, utilizando el modelo entrada y salida sin bloqueo de la salida, lo que le permite soportar decenas de miles de conexiones al mismo tiempo mantenidas en el bucle de eventos (Lucas, 2019)

Cuando hay una nueva solicitud se genera un tipo de evento. El servidor empieza a procesarlo y, cuando hay una operación de bloqueo de entrada y salida,



no espera hasta que se complete y en su lugar crea una función de devolución de llamada. El servidor comienza en el acto a procesar otro evento (tal vez otra solicitud) y cuando finaliza la operación de entrada y salida, continuará trabajando en la solicitud ejecutando la devolución de llamada tan pronto como tenga tiempo.

#### **6.1.1.4 Ventajas de Node.js**

- Es tener JavaScript incorporado en la plataforma Node.js, siendo un lenguaje fácil de aprender
- Node.js se desarrolla en un entorno de tiempo de ejecución de fuente libre que ayudará en el almacenamiento de creación de proyectos únicos.
- El modelo de entrada y salida impulsado por eventos ayuda mucho en el manejo simultáneo de peticiones.
- Con la implementación de plataformas de desarrollo de software como GitHub Inc., la comunidad Node.js ha crecido de forma exponencial y activa.
- Como es un modelo de programación de un solo subproceso, Node.js ofrece abundantes características y opciones. Para tener una buena retención de los eventos de salida en tiempo de ejecución, como las devoluciones de llamada, se implementa Node.js
- Framework robusto y seguro
- Fácil aprendizaje y bastante documentación sobre casos prácticos
- El envío de archivos de gran peso también se puede realizar mediante el uso de la tecnología Node.js.
- Node.js es de fácil integración y ejecución rápida

#### **6.1.2 ExpressJs**

Express.js es un framework para Node.js que sirve para ayudarnos a crear aplicaciones web en menos tiempo, ya que nos proporciona funcionalidades como el enrutamiento, opciones para gestionar sesiones y cookies (Eneko, 2016)

Express.js está basado en Connect, que a su vez es un framework basado en http para Node.js. Podemos decir que Connect tiene todas las opciones del módulo http que viene por defecto con Node y le suma funcionalidades (Eneko, 2016)

Express es el framework web más popular de Node, y es la librería subyacente para un gran número de otros frameworks web de Node populares (Flores, 2021)

### **6.1.2.1      Cómo funciona ExpressJS**

Aplicaciones web dinámicas, que accedan a bases de datos, el servidor espera a recibir peticiones HTTP del navegador (o cliente). Cuando se recibe una petición, la aplicación determina cuál es la acción adecuada correspondiente, de acuerdo con la estructura de la URL y a la información (opcional) indicada en la petición con los métodos POST o GET. Dependiendo de la acción a realizar, puede que se necesite leer o escribir en la base de datos, o realizar otras acciones necesarias para atender la petición correctamente.

Express posee métodos para especificar que función ha de ser llamada dependiendo del verbo HTTP usado en la petición (GET, POST, SET, etc.) y la estructura de la URL ("ruta"). También tiene los métodos para especificar que plantilla ("view") o gestor de visualización utilizar, donde están guardadas las plantillas de HTML que han de usarse y como generar la visualización adecuada para cada caso. El middleware de Express puede usarse también para añadir funcionalidades para la gestión de cookies, sesiones y usuarios, mediante el uso de parámetros, en los métodos POST/GET.

### **6.1.2.2      Ventajas de ExpressJS**

- Escritura de manejadores de peticiones con diferentes verbos HTTP en diferentes caminos URL (rutas).
- Integración con motores de renderización de "vistas" para generar respuestas mediante la introducción de datos en plantillas.
- Establecer ajustes de aplicaciones web como qué puerto usar para conectar, y la localización de las plantillas que se utilizan para renderizar la respuesta.
- Añadir procesamiento de peticiones "middleware" adicional en cualquier punto dentro de la tubería de manejo de la petición.

## **6.2 Frontend**

### **6.2.1 VueJS**

Angular y React están muy bien, pero VueJS no pretende seguirles la estela. Desarrollado desde cero, una de sus características más importantes es el trabajo con componentes. Un componente en Vue, en términos generales, es un código encapsulado que se utiliza como un elemento reutilizable. Los componentes están diseñados bajo el patrón MVVM y dentro de un componente podremos encontrar desde etiquetas HTML, estilos de CSS a código JavaScript. Los componentes nos permiten desarrollar proyectos modularizados y fáciles de escalar, si nosotros así lo deseamos podemos reemplazar un componente por otro de una forma muy sencilla, como en un juego de bloques. Es decir, a partir de la librería central es posible agregar otras que la complementen. Y lo hago más robusto y potente en su ejecución

#### **6.1.2 Características**

Tal como comentábamos VueJS es un framework pensado para hacer las cosas más simples. Pero si todavía tienes dudas un repaso por sus características generales.

- **Un framework progresivo.** Podemos incluir las partes que necesitamos además de la librería Core y luego incluir otras librerías como si fueran módulos separados. Esto permite añadir funcionalidad a medida que lo necesitemos.
- **Intuitivo, moderno y fácil de usar.** VueJS no ha reinventado la rueda, pero desde sus comienzos su premisa es que sea tan fácil y simple de usar que la comunidad pueda usarlo para sus proyectos sin apenas curva de aprendizaje.
- **Un ecosistema muy variado que cubre todo lo necesario.** VueJS tiene desde una interfaz de línea de comandos (CLI) a una plantilla base que podemos invocar mediante la herramienta vue-cli disponible en los repositorios npm, pasando por un largo etcétera de módulos y complementos.
- **Una comunidad muy activa.** Revisiones constantes, buena documentación, comunidad dispuesta a echar una mano cuando estás atascado.
- **Todo el código de un componente se encuentra en un único fichero.** Los componentes guardan todo lo necesario en ficheros con extensión .vue. Estos ficheros contienen de manera ordenada todo el HTML, el CSS y el JavaScript necesario.

### 6.1.3 Bulma

Bulma es otro framework de front enfocado en CSS que se cuentan entre los más populares a nivel de desarrollo web, al igual que la versión actual de Bootstrap, Bulma se base en la potencia de flexbox para gestionar sus comportamientos responsive. Aporta ideas novedosas, como el uso de la semantización en los nombres de clase o utilizar estilos mínimos para componentes como los formularios para así mantener un aspecto Cross-compatible entre navegadores.

### 6.1.4 Sus características principales incluyen

- **Totalmente responsive** - Se basa en una filosofía mobile-first para facilitar la correcta visualización del contenido en dispositivos móviles.

- Diseño modular - Los paquetes Sass de Bulma se encuentran divididos en funcionalidades, de forma que es posible importar únicamente el paquete de funcionalidades que necesites para tu proyecto,
- Se basa en Flexbox - A diferencia de otros frameworks, todas las características relacionadas con la distribución y ordenación de los elementos se basan en un desarrollo basado en la implementación moderna de Flex en CSS.

### **6.1.5 Ventajas**

- Diseño exquisito.
- Sencillo de aprender.
- Un solo archivo de CSS.
- Sintaxis lógica y rápida de aprender. Por ejemplo, los inputs deben tener la clase input y las img tienen imagen.
- Documentación rápida de consultar.
- Su autor, Jeremy Thomas, no deja de añadir nuevas características.

## **6.3 Integración**

### **6.3.1 AWS**

Amazon Web Services, también conocida como AWS, es un conjunto de herramientas y servicios de cloud computing de Amazon. Este servicio se lanzó oficialmente en 2006, Pinterest, Netflix, la NASA. Esto se debe principalmente a la madurez del servicio frente a otros similares y las posibilidades que ofrece el amplio abanico de herramientas disponibles.

#### **6.3.1.1 Herramientas de Amazon Web Services**

La tendencia general para las plataformas en la nube es la de ofrecer la mayor cantidad posible de herramientas y servicios, para que así se pueda crear todo un entorno de computación en una misma nube

Amazon Web Services ofrece herramientas en las siguientes categorías:

**Cloud computing:** todo lo necesario para la creación de instancias y el mantenimiento o el escalado de las mismas.

- Amazon EC2: Es el rey dentro de los servicios de computación en la nube de Amazon.

**Bases de datos:** distintos tipos de bases de datos pueden permanecer en la nube

- Amazon RDS: incluye distintos tipos a elegir MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server y Amazon Aurora, o Amazon DynamoDB para NoSQL.

**Creación de redes virtuales:** permite la creación de redes privadas virtuales a través de la nube

- Amazon VPC

**Almacenamiento y gestores de contenido:** tipos de almacenamiento diferentes

- Amazon S3 es el servicio principal, aunque complementan la oferta otros como Amazon Glacier o Amazon EBS.

**Inteligencia de negocios o Inteligencia Empresarial (BI)** sistemas para análisis de datos empresariales a gran escala

**Internet de las cosas** para establecer conexiones y análisis de todos los dispositivos conectados a internet y los datos recogidos por los mismos.

**Seguridad y control de acceso:** se pueden establecer autenticaciones en varios pasos para poder proteger el acceso

Estos son principalmente los servicios que se podrán encontrar en Amazon Web Services, aunque es cierto que Amazon actualiza periódicamente la oferta de servicios y herramientas

## **6.3.2 Docker**

Con DOCKER, puede usar los contenedores como máquinas virtuales extremadamente livianas y modulares. Además, obtiene flexibilidad con estos contenedores: puede crearlos, implementarlos, copiarlos y moverlos de un entorno a otro, lo cual le permite optimizar sus aplicaciones

- "Docker", el software de TI es una tecnología de creación de contenedores que permite la creación y el uso de contenedores de Linux®.
- La comunidad open source Docker trabaja para mejorar estas tecnologías a fin de beneficiar a todos los usuarios de forma gratuita.
- La empresa, Docker Inc., desarrolla el trabajo de la comunidad Docker, lo hace más seguro y comparte estos avances con el resto de la comunidad.

### **6.3.2.1 Ventajas de los contenedores Docker**

#### **Modularidad**

El enfoque Docker para la creación de contenedores se centra en la capacidad de tomar una parte de una aplicación, para actualizarla o repararla, sin necesidad de tomar la aplicación completa.

#### **Control de versiones de imágenes y capas**

Cada archivo de imagen de Docker se compone de una serie de capas. Estas capas se combinan en una sola imagen. Una capa se crea cuando la imagen cambia. Cada vez que un usuario especifica un comando, como ejecutar o copiar, se crea una nueva capa.

Docker reutiliza estas capas para construir nuevos contenedores, lo cual hace mucho más rápido el proceso de construcción.

#### **Restauración**

Restáurela a la versión anterior. Esto es compatible con un enfoque de desarrollo ágil y permite hacer realidad la integración e implementación continuas (CI/CD) desde una perspectiva de las herramientas.

### **Implementación rápida**

Los contenedores basados en Docker pueden reducir el tiempo de implementación a segundos. Al crear un contenedor para cada proceso, puede compartir rápidamente los procesos similares con nuevas aplicaciones. Además, con la velocidad de implementación, puede crear y destruir la información creada por sus contenedores sin preocupación, de forma fácil y rentable.

Por lo tanto, la tecnología Docker es un enfoque más granular y controlable, basado en microservicios, que prioriza la eficiencia.

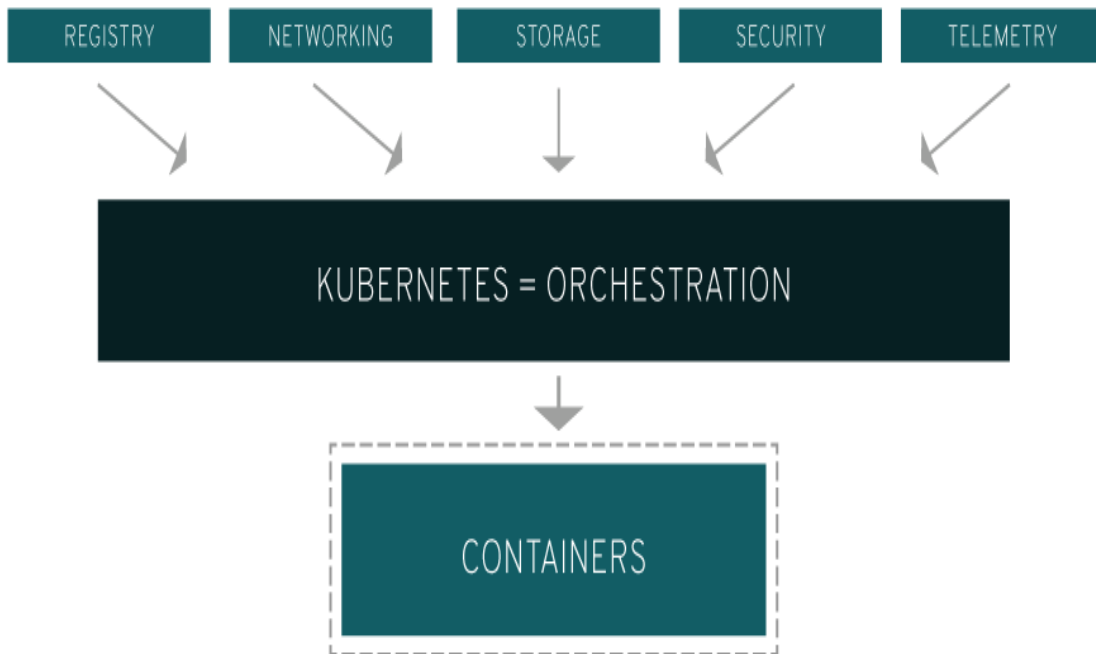
### **6.3.3 Kubernetes**

Kubernetes o k8s, es una plataforma open source que automatiza las operaciones de los contenedores de Linux. Elimina muchos de los procesos manuales involucrados en la implementación y escalabilidad de las aplicaciones en contenedores. En otras palabras, puede crear un clúster de grupos de hosts que ejecutan contenedores de Linux, y Kubernetes lo ayuda a administrar con facilidad y eficacia esos clústeres. Estos clústeres pueden abarcar hosts en nubes públicas, privadas o híbridas. Por este motivo, Kubernetes es la plataforma ideal para alojar aplicaciones nativas de la nube

Las aplicaciones de producción real abarcan varios contenedores. Esos contenedores deben implementarse en varios hosts de servidores. La seguridad de los contenedores tiene varias capas y puede ser complicada. Aquí es donde Kubernetes puede ayudarlo. Kubernetes le ofrece la capacidad de organización y gestión necesaria para implementar contenedores a escala para estas cargas de



trabajo. El sistema de organización de Kubernetes le permite diseñar servicios de aplicaciones que abarcan varios contenedores, programar esos contenedores en un clúster, ampliarlos y gestionar su estado a lo largo del tiempo. Con Kubernetes, puede adoptar medidas concretas para lograr una mejor seguridad de TI.



*Ilustración 4 Orquestación de kubernete y dockers*

Una vez que escala esto a un entorno de producción y aplicaciones múltiples, es claro que necesita varios contenedores ubicados que trabajen juntos para ofrecer servicios individuales. Esto multiplica significativamente la cantidad de contenedores en su entorno y, a medida que dichos contenedores se acumulan, la complejidad aumenta.

Kubernetes soluciona muchos de los problemas comunes en relación con la proliferación de contenedores; para ello, los ordena y agrupa en un "pod". Los pods agregan una capa de abstracción a los contenedores agrupados, lo cual le permite programar las cargas de trabajo y prestar los servicios necesarios para esos contenedores, como las conexiones de red y el almacenamiento.

### **6.3.3.1 Funcionamiento de Kubernetes**

La principal ventaja de usar Kubernetes en su entorno, especialmente si se encuentra optimizando el desarrollo de las aplicaciones para la nube, es que le ofrece la plataforma para programar y ejecutar contenedores en clústeres de máquinas virtuales o físicas. A grandes rasgos, le permite implementar una infraestructura basada en contenedores en los entornos de producción, y depender completamente de ella.

### **6.3.3.2 Utilidades de Kubernetes**

- Orquestar contenedores en múltiples hosts.
- Hacer un mejor uso del hardware para maximizar los recursos necesarios para ejecutar sus aplicaciones empresariales.
- Controlar y automatizar las implementaciones y actualizaciones de las aplicaciones.
- Montar y añadir almacenamiento para ejecutar aplicaciones con estado.
- Escalar las aplicaciones en contenedores y sus recursos sobre la marcha.
- Comprobaciones de estado y autor regeneración de sus aplicaciones con ubicación, reinicio, replicación y escalamiento automáticos.

## **6.4 Estudio de mercados**

### **6.4.1 El mercado de la minería en Chile**

En minería Chile cuenta con un territorio privilegiado a nivel mundial.

En la minería del cobre, Chile es el principal exportador mundial con una producción que alcanzó a 5.750.000 toneladas el año 2016.

Chile genera el 30% del cobre de mina a nivel mundial, según Cochilco. Le siguen China, con 9%; Perú, con 8%; Estados Unidos, con 7%, y el Congo, con

6%. En lo que respecta a faenas mineras, en Chile existen 22 explotaciones de entre 35.000 y casi un millón de toneladas anuales de producción.

Escondida es la mayor mina del mundo en producción de cobre. Produce anualmente 679.000 toneladas de concentrado y 312.000 toneladas de cátodos de cobre lo que corresponde al 5% de la oferta global.

#### 6.4.2. Proyección de ancho de banda en sector minería

En este apartado se abordará la proyección de Ancho de Banda en minería donde queda aún la necesidad de avanzar en los sistemas de operación remota incorporando mucha más información y retroalimentación para el operador, lo que implica un aumento significativo de los requerimientos de banda ancha móvil para poder tener conexiones en el tiempo real

Prospección	Ancho de banda mínimo (Mbps)	Ancho de banda máximo (Mbps)
0 Años	44	44
5 Años	721	3.178
10 Años	8.035	11.897
20 Años	15.838	23.454

*Tabla 5 Proyección de la demanda de ancho de banda*

Para contextualizar el posterior análisis, es necesario indicar que no existe una relación directa entre producción y ancho de banda, es decir, no necesariamente una faena que posee una mayor producción de cobre fino induce en una utilización de ancho de banda mayor.

#	Yacimiento/Operación	Producción Anual Cu Fino [Ton]	Anchos de Banda Disponible [Mbps]	[Mbps/Ton]
1	Cerro Colorado	130,000	2,100	0.016
2	Quebrada Blanca	50,000	340	0.007
3	Collahuasi	450,000	650	0.001
4	El Abra	115,000	260	0.002
5	Radomiro Tomic	315,000	2,300	0.007
6	Chuquicamata	308,000	11,600	0.038
7	Ministro Hales	238,305	1,440	0.006
8	Gabriela Mistral	125,009	1,700	0.014
9	Michilla-Lince	50,000	460	0.009
10	Mantos Blancos	50,000	210	0.004
11	Lomas Bayas	75,000	250	0.003
12	Spence	120,000	2,100	0.018
13	El Tesoro	145,200	600	0.004
14	Escondida	979,000	2,220	0.002
15	Zaldívar	125,000	410	0.003
16	El Salvador	48,582	1,700	0.035
17	Manto Verde	52,000	280	0.005
18	La Candelaria	153,000	340	0.002
19	Andacollo	73,000	360	0.005
20	Los Pelambres	363,200	660	0.002
21	El Soldado	35,840	210	0.006
22	Andina	232,444	3,300	0.014
23	Los Bronces	401,715	550	0.001
24	El Teniente	471,157	11,600	0.025

Tabla 6 Ancho de banda disponible por yacimiento

### 6.4.3. Minera inteligente

La minería inteligente está estrechamente relacionada al desarrollo de “Internet de las cosas” e “Internet Industrial”. La minería inteligente necesita la operación y conexión de: sensores, actuadores, terminales ERP, Sistemas de control industrial (PLC), consolas de monitoreo y operaciones.

IOT define protocolos y estándares para lograr la conexión e intercambio de datos de grandes cantidades de dispositivos autónomos, es decir ofrece una solución tecnológica que se ajusta a las necesidades de instrumentación en minería. Se ajusta particularmente bien al transporte de información no sensible a latencia, es decir, donde los tiempos de análisis y toma de decisión son comparables o mayores a la latencia máxima de la red.

Actualmente la instrumentación de faena opera principalmente sobre arquitecturas y protocolos propietarios, normalmente desarrollados y comercializados por los fabricantes de los equipos.

#### 6.4.4. Incorporación de tecnologías de comunicaciones en la industria minera.

La industria minera a lo largo de los años ha ido incorporando nuevas tecnologías que han incrementado el requerimiento de transferencia de datos en tiempo real. A su vez esto a gatillado la necesidad de incorporar en las inversiones, ya sea en plantas existentes o en futuras operaciones, las condiciones técnicas para asegurar una transmisión confiable e ininterrumpida con el fin de incrementar productividad, seguridad y eficiencia.

Estos requerimientos se traducen en un sin número de protocolos, formatos, interfaces, estándares que actualmente proliferan en las operaciones mineras, en muchas de ellas indiscriminadamente, sin tener una estandarización que permita de forma simple y rápida integrar nuevas tecnologías, un ejemplo de tecnología utilizada en la minería en el KOMTRAX que permite el monitoreo de actividades de los equipos, y así realizar las gestiones necesarias de estos

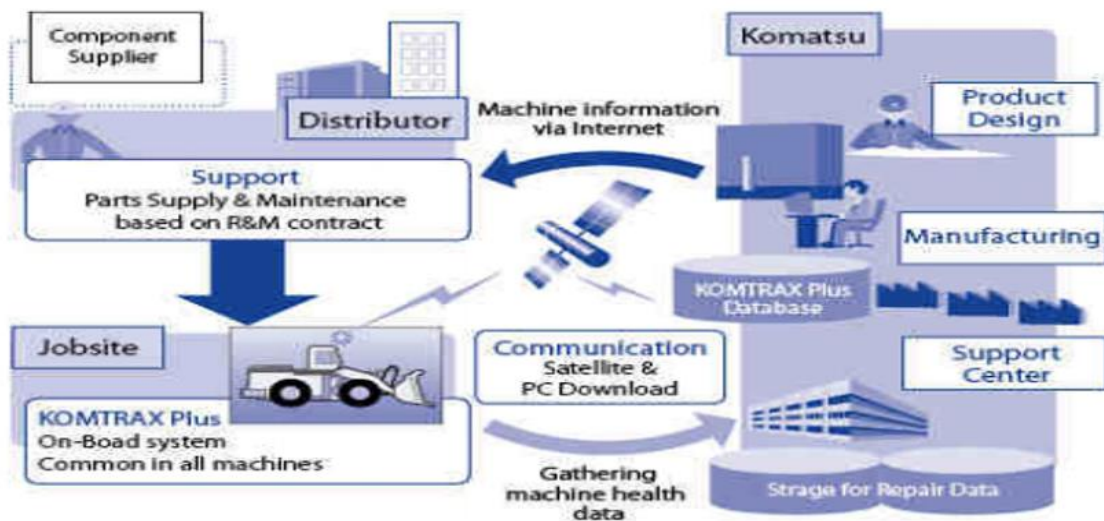


Ilustración 5 KOMTRAX (Komatsu Machine Tracking System)

Hoy en día la minería debe tener una visión a futuro en cuanto a cómo la tecnología transformará sus operaciones unitarias, los stakeholders y su cadena de suministro. Para aquello, la solución proviene de la incorporación de automatización e integración de la información, con un conocimiento basado en la optimización en tiempo real de los procesos. El desafío actual es prever la infraestructura futura para poder dar cabida a este dado los grandes volúmenes de datos que se generan día a día, la necesidad de capturarlos, procesarlos y transmitirlos con el fin de generar información. (ABB, 2015)

## **7. ENFOQUE METODOLÓGICO**

En la siguiente sección se abordará el enfoque metodológico que se utilizará para llevar a cabo este proyecto de software, y que dará cumplimiento a los objetivos establecidos en esta tesis de grado. El enfoque metodológico es primordial para dar una visión estratégica a todo proyecto que se lleve a cabo, en especial los proyectos relacionados al desarrollo de software, en donde la incertidumbre y los cambios constantes de los requerimientos, tanto por necesidades internas como también por fluctuaciones de los mercados, pueden llevar al fracaso de cualquier proyecto.

Es por lo anterior que se determinó llevar una estrategia de gestión de proyecto más moderna y que se ajusta de mejor forma a las necesidades actuales de cualquier proyecto. Es por esto por lo que hemos escogido una metodología ágil para llevar a cabo el proyecto y en específico el framework de trabajo SCRUM.

### **7.1. Agilidad**

Recordando que “Agilidad es la capacidad de crear y responder al cambio con el fin de obtener ganancias en un entorno empresarial turbulento” (Project Management Institute, s.f) y que “La agilidad es la capacidad de equilibrar la flexibilidad y estabilidad” (Belmudes, 2019), se debe tener en cuenta que la agilidad está relacionada con la capacidad de las personas en los entornos en los que se desarrolla, y que es una capacidad que se puede trabajar dependiendo de las necesidades.

El manifiesto Ágil surge el 17 de febrero del 2001, cuando se reunieron diecisiete críticos del desarrollo de software, y acuñaron el término “metodología

Ágil” para definir los métodos que estaban surgiendo como alternativa a las metodologías formales.

El manifiesto Ágil está conformado por 12 principios asociados a 4 pilares.

### **7.1.1. Pilares del Manifiesto**

- A los individuos y su interacción, por encima de los procesos y las herramientas.
- El software que funciona, por encima de la documentación detallada.
- La colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual
- La respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan.

### **7.1.2. Principios Detrás del Manifiesto Ágil**

- La mayor prioridad es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de software útil.
- Bienvenidos los cambios a los requerimientos, incluso los tardíos.
- Liberar frecuentemente software funcionando, desde un par de semanas a un par de meses, con preferencia por los periodos más cortos.
- Los responsables del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos diariamente durante el proyecto.
- Construir los proyectos alrededor de individuos motivados. Proporcionar el ambiente y el soporte que necesiten, y confiar en que conseguirán realizar el trabajo.
- La conversación directa es el método más eficiente y efectivo de transmitir información, tanto al equipo como dentro de éste
- El software que funciona es la medida de progreso
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible.
- La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño incrementan la agilidad.



- La simplicidad - el arte de maximizar la cantidad de trabajo no hecho - es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requerimientos y diseños emergen de los equipos auto organizados.
- En intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo volverse más efectivo, entonces afina y ajusta su comportamiento como corresponde.

## **7.2. Scrum**

Scrum es un marco de trabajo de adaptación iterativa e incremental, rápido, flexible y eficaz diseñado para ofrecer un valor significativo de forma rápida en todo el proyecto.

Scrum es:

- Ligero.
- Fácil de entender
- Extremadamente difícil de llegar a dominar

### **7.2.1. Uso de scrum**

Scrum fue desarrollado inicialmente para gestionar y desarrollar productos. Desde principios de los años 90.

Scrum se ha usado para desarrollar software, hardware, software embebido, redes de funciones interactivas, vehículos autónomos, escuelas, gobiernos, mercadeo, también para gestionar la operación de organizaciones y casi todo lo que usamos en nuestra vida diaria, como individuo y como sociedad.

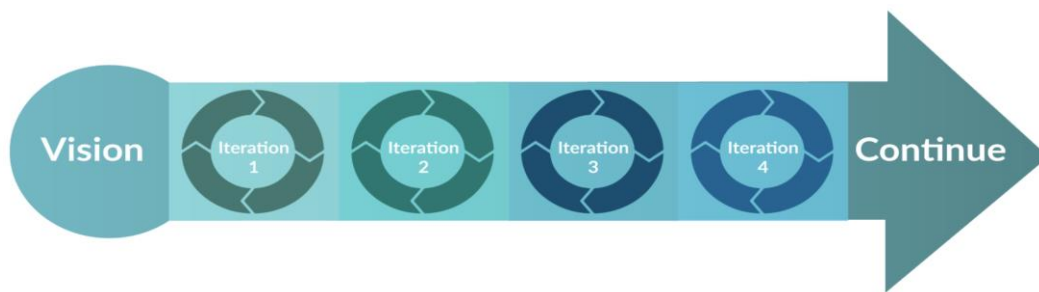
Scrum demostró ser especialmente efectivo en la transferencia iterativa e incremental de conocimiento. Scrum se usa ahora ampliamente para productos,

servicios y gestión de la organización matriz

### 7.2.2. Iterativo

Scrum se basa en la teoría de control de procesos empírica o empirismo, sabiendo que el empirismo asegura que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce.

Así que, Scrum emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.



*Ilustración 6 proceso empírico*

### 7.2.3. Los Valores de Scrum

- Compromiso.
- Coraje.
- Foco.
- Apertura.
- Respeto.

### 7.2.4. Tres Pilares de Scrum

- Transparencia.

Los aspectos significativos del proceso deben ser visibles para aquellos que son responsables del resultado.

La transparencia requiere que dichos aspectos sean definidos por un estándar común, de tal modo que los observadores compartan un entendimiento común de lo que se están viendo.

- Inspección.

Los usuarios de Scrum deben inspeccionar frecuentemente los artefactos de Scrum y el progreso hacia un objetivo para detectar variaciones indeseadas.

Su inspección no debe ser tan frecuente como para que interfiera en el trabajo.

Las inspecciones son más beneficiosas cuando se realizan de forma diligente por inspectores expertos en el mismo lugar de trabajo.

- Adaptación.

Uno de los tres pilares del control del proceso empírico; la retroalimentación se usa para hacer un ajuste al producto de trabajo que se está desarrollando o al proceso por el cual se está desarrollando.

#### **7.2.4.1. Lo esencial del scrum es**

La esencia de Scrum es un pequeño equipo de personas. El equipo individual es altamente flexible y adaptativo. Estas fortalezas continúan operando en un equipo, en varios, en muchos y en redes de equipos que desarrollan, liberan, operan y mantienen el trabajo y los productos de trabajo de miles de personas.

Cuando las palabras “develop” y “development” se usan en la Guía de Scrum se está haciendo referencia al equipo de desarrolladores de un equipo ágil que presenta scrum un trabajo complejo, tales como estos identificados anteriormente.

## **7.2.5. Roles**

### **7.2.5.1. Scrum Team**

- El Scrum Team consiste en un Product Owner, el Development Team y un Scrum Máster.
- El Scrum Team son auto organizados y multifuncionales.
- El modelo de equipo en Scrum está diseñado para optimizar la flexibilidad, la creatividad y la productividad.
- El Scrum Team ha demostrado ser cada vez más efectivo para todos los usos anteriores y cualquier trabajo complejo.
- El Scrum Team entregan productos de forma iterativa e incremental, maximizando las oportunidades de obtener retroalimentación. Las entregas incrementales del producto “Done” aseguran que siempre estará disponible una versión potencialmente útil y funcional del producto.

### **7.2.5.2. Product Owner**

- El Product Owner (PO) representa la voz del cliente, y es el encargado de maximizar el valor del producto.
- Un PO siempre debe mantener una visión dual.
- Él debe entender y apoyar las necesidades e intereses de todos los Stakeholders.
- Comprende las necesidades y el funcionamiento del Development Team

### **7.2.5.3. Scrum Máster**

- El Scrum Máster es responsable de promover y apoyar Scrum como se define en la Guía de Scrum.
- Los Scrum Masters hacen esto ayudando a todos a entender la teoría, prácticas, reglas y valores de Scrum.
- El Scrum Máster es un líder que está al servicio del Scrum Team. El Scrum Máster ayuda a las personas externas al Scrum Team a entender qué interacciones con el Scrum Team pueden ser útiles y cuáles no.
- El Scrum Máster ayuda a todos a modificar estas interacciones para maximizar el valor creado por el Scrum Team.

### **7.2.6. Conceptos Claves**

- **Épicas:** Es una historia de usuario que es demasiado grande para caber en un sprint. A menudo, este término se utiliza para describir una gran historia de usuario que tendrá que ser dividido en historias más pequeñas.
- **User Stories:** Es una representación de un requisito del usuario en forma escrita, de una o dos frases, utilizando el lenguaje común del usuario.
- **Task:** Es una representación del requisito que está en lenguaje del usuario, pero de una forma técnica donde está definido cómo se va a trabajar y quienes van a participar.

### **7.2.7. Eventos Formales**

Scrum prescribe cuatro eventos formales, contenidos dentro del Sprint, para la inspección y adaptación:

- Planificación del Sprint (Sprint Planning).
- Scrum Diario (Daily Scrum).
- Revisión del Sprint (Sprint Review).
- Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospectiva).

### **7.2.7.1. Reunión Diaria (Daily Sprint)**

- Punto de inspección y adaptación en Scrum. Máx. 15 minutos.
- El equipo se reúne para comunicar y entender los estados.
- Esencial para conocer el progreso continuo y evitar bloqueos.
- No tiene como objetivo reportar progreso al Scrum Máster Product Owner o cualquier otro stakeholder.
- El Product Owner podrá participar siempre y cuando su participación sea pasiva.
- El Scrum Máster se asegura de que el Development Team mantenga la reunión, pero el Development Team es el responsable de dirigir el Scrum Diario

### **7.2.7.2. Sprint Planning Meeting**

¿Qué puede ser terminado?

Esta pregunta nos ayuda para que el Development Team (DT) trabaje para proyectar la funcionalidad que se desarrollará durante el Sprint, donde se define objetivo del Sprint (Sprint Goal).

El número de elementos del Product Backlog seleccionados para el Sprint depende únicamente del Development Team (DT).

### **7.2.7.3. Sprint Review Meeting**

- Los asistentes son el Scrum Team y los stakeholders claves invitados por el Product Owner.
- El Product Owner explica qué elementos del Product Backlog se han “Done” y cuales no se han “Done”.
- El Development Team habla acerca de qué estuvo bien durante el Sprint, qué problemas aparecieron y cómo fueron resueltos esos problemas.

- El Development Team hace una demostración del trabajo que ha “Done” y responde preguntas acerca del Incremento.
- El Product Owner habla acerca del Product Backlog en su estado actual. Proyecta objetivos probables y fechas de entrega en el tiempo basándose en el progreso obtenido hasta la fecha (si fuera necesario).
- El grupo completo colabora acerca de qué hacer a continuación, de modo que el Sprint Review proporcione información de entrada valiosa para el subsiguiente Sprint Planning.
- Revisión de cómo el mercado o el uso potencial del producto podría haber cambiado lo que es de más valor para hacer a continuación.
- Revisión de la línea de tiempo, presupuesto, capacidades potenciales y mercado para las próximas entregas de funcionalidad o capacidad prevista del producto.

#### **7.2.7.4. Sprint Retrospectiva**

- El Sprint Retrospectiva es una oportunidad para el Scrum Team de inspeccionarse a sí mismo y de crear un plan de mejoras que sean abordadas durante el siguiente Sprint.
- El Sprint Retrospectiva tiene lugar después del Sprint Review y antes del siguiente Sprint Planning.
- Se trata de una reunión de, a lo sumo, tres horas para Sprint de un mes.

##### **7.2.7.4.1. El propósito del Sprint Retrospectiva**

- Inspeccionar cómo fue el último Sprint en cuanto a personas, relaciones, procesos y herramientas.
- Identificar y ordenar los elementos más importantes que salieron bien y las posibles mejoras.
- Crear un plan para implementar las mejoras a la forma en la que el Scrum Team desempeña su trabajo

Scrum Event	Time-Box (for 1-month Sprint)	Participants
Sprint Planning	8 Hours	Scrum Master, Product Owner, Development Team.
Daily Scrum	15 Minutes	Scrum Master (optional), Product Owner (optional), Development Team.
Sprint Review	4 Hours	Scrum Master, Product Owner, Development Team and all key stakeholders.
Sprint Retrospective	3 Hours	Scrum Master, Product Owner, Development Team.

*Tabla 7 Ceremonias*

### 7.2.8. Artefactos

Los artefactos de Scrum representan trabajo o valor en diversas formas que son útiles para proporcionar transparencia y oportunidades para la inspección y adaptación.

Los artefactos definidos por Scrum están diseñados específicamente para maximizar la transparencia de la información clave, necesaria para asegurar que todos tengan el mismo entendimiento del artefacto.

- Product Backlog.
- Sprint Backlog.
- Incremento.

### 7.2.9. Product Backlog

- El Product Backlog es una lista ordenada de todo lo que se conoce que es necesario en el producto.
- Es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto. El Product Owner es el responsable del Product Backlog, incluyendo su contenido, disponibilidad y ordenación.



- El Product Backlog es dinámica; cambia constantemente para identificar lo que el producto necesita para ser adecuado, competitivo y útil.
- El Product Backlog enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a realizarse sobre el producto para entregas futuras.

### **Sprint Backlog**

- El Sprint Backlog es el conjunto de elementos del Product Backlog seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Sprint Goal.
- El Sprint Backlog es una predicción hecha por el Development Team acerca de qué funcionalidad formará parte del próximo Incremento y del trabajo necesario para entregar esa funcionalidad en un Incremento “Done”.
- El Sprint Backlog del Sprint hace visible todo el trabajo que el Development Team identifica como necesario para alcanzar el Sprint Goal.

### **Incremento**

- El Incremento es la suma de todos los elementos del Product Backlog completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprint anteriores.
- Al final de un Sprint el nuevo Incremento debe estar “Done”.
- Un Incremento es un cuerpo de trabajo inspeccionable y terminado que respalda el empirismo al final del Sprint.
- El Incremento debe estar en condiciones de utilizarse sin importar si el Product Owner decide liberarlo o no.

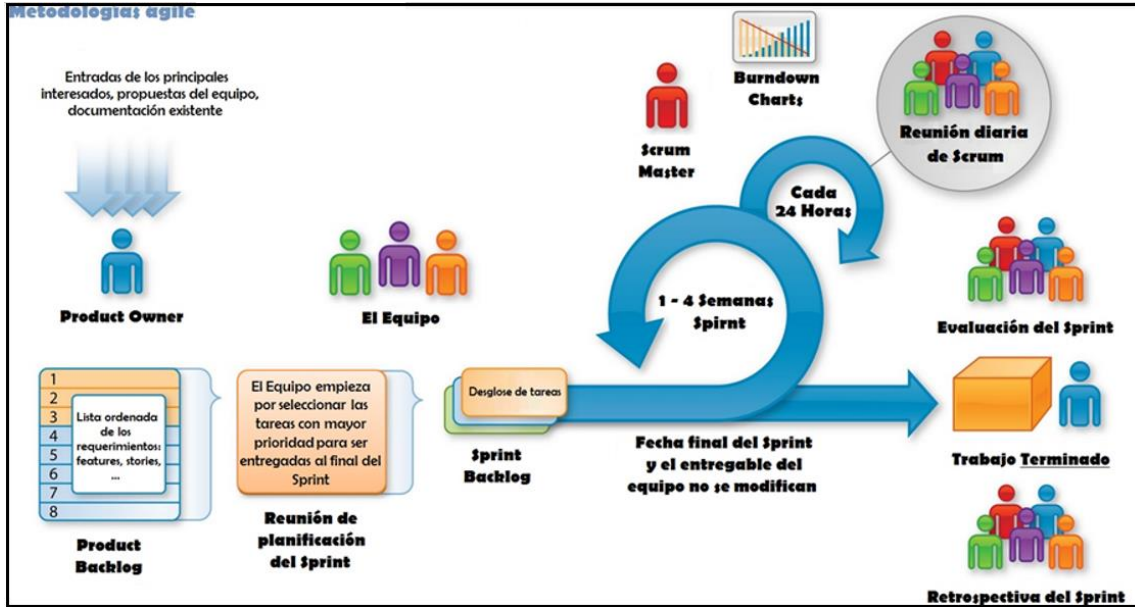


Ilustración 7 Ciclo scrum

Proyectos / PROYECTO TLS 1.2 / Tablero RIPLEY

**Sprint #1**

Implementar TLS en los aplicativos que contiene el sprint

8 días restantes Terminar sprint

Q JE C HP LA NA 1-3 Solo Mis Incidencias Recientemente Actualizadas

TO DO	LOCKED	IN PROGRESS	DONE
<ul style="list-style-type: none"> <li>RIPLEY-520 ASSESSMENT 15 sub-tareas Compliance Tracker</li> <li>RIPLEY-211 ASSESSMENT 16 sub-tareas NBS Xpress</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>F. Solicitud Ambiente RIPLEY-218</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F. Reunión Inicial LT RIPLEY-212</li> <li>Existe PP (DG) RIPLEY-258</li> <li>Levantamiento Inicial LT RIPLEY-214</li> <li>Diagrama RIPLEY-215</li> <li>Scan Preliminar RIPLEY-216</li> <li>Existe PP RIPLEY-629</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Scan TLS 1.2 En PROO RIPLEY-217</li> <li>Entrega Ambientes RIPLEY-219</li> <li>Pruebas Técnicas RIPLEY-220</li> <li>Config TLS 1.2 RIPLEY-221</li> <li>VIB* Líder Técnico RIPLEY-222</li> <li>VIB* Riesgo OP RIPLEY-223</li> <li>VIB* Seguridad TI RIPLEY-224</li> <li>Paso Producción RIPLEY-225</li> </ul>			

Quickstart

Ilustración 8 Planificación sprint

### 7.3. Carta Gantt

A continuación, desarrollaremos la planificación del proyecto que estará relacionada a la construcción de la solución de software la cual se plantea en esta tesis de grado. Como se revisó en el apartado anterior, para este proyecto se utilizará una metodología ágil para la gestión del proyecto, en específico se utilizará Scrum. La planificación contendrá Sprint (Ciclo de Desarrollo) de dos semanas, en donde se realizarán entregas funcionales al finalizar cada Sprint.



Ilustración 9 Avances del sprint

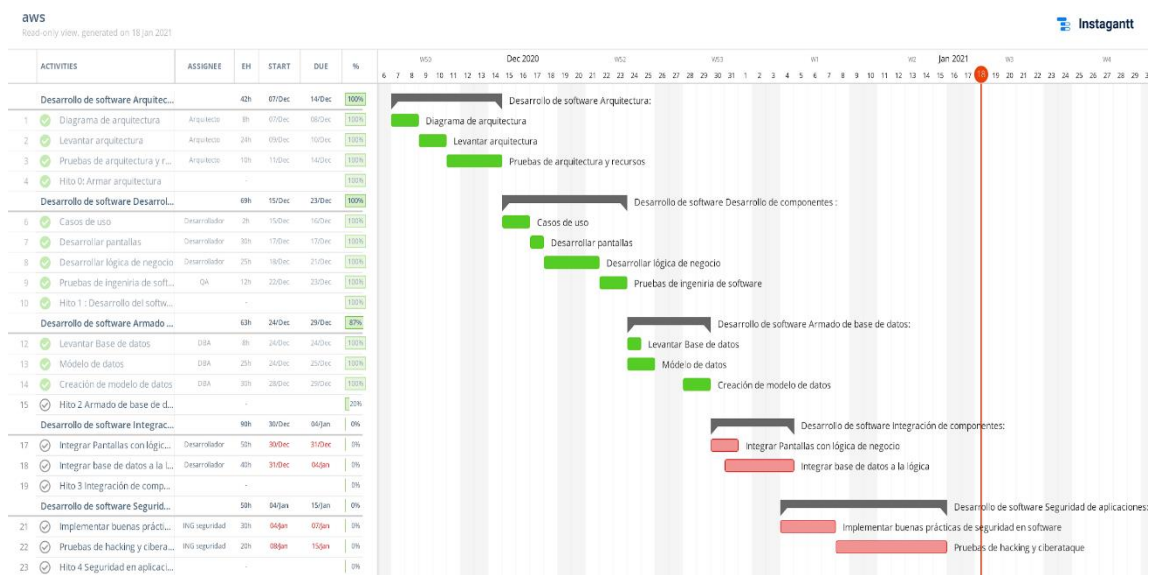


Ilustración 10 Carta Gantt

### **7.3.1. Toma de requerimiento de la solución**

#### **7.3.1.1. Requerimiento de tecnología y comunicación para la minería**

Luego de un ciclo de altos precios del cobre en el mercado mundial, la minería del cobre y sus subproductos (molibdeno, oro, plata) se enfrentan a desafíos productivos cuya resolución requiere de cambios tecnológicos y en particular en lo que respecta a las tecnologías de la información y telecomunicaciones.

#### **7.3.1.2. Los principales problemas que enfrenta la minería son**

- Bajo precio del cobre en el mercado mundial
- Costos de producción altos
- Bajas leyes del mineral
- Exigencias medioambientales
- Escasez de agua en zonas de alto estrés hídrico.

En un nivel mundial, AMIRA (Asociación de Compañías Independientes de la Industria Minera) en donde participan las grandes empresas de cobre del mundo, Anglo American, BHP-Billiton, Codelco, Phelps Dodge, Antofagasta Minerals, Mount Isa Mines, WMC y RTZ, estableció el “Roadmap tecnológico del cobre” que plantea las siguientes prioridades a nivel global

#### **7.3.1.3. Principales prioridades globales del Mapa de Ruta tecnológico del cobre**

- Máxima prioridad: Optimización del proceso de la mina hasta el metal (Mine-to-Metal Optimización) Modelo Integrado de Sustentabilidad, máxima seguridad.
- Alta Prioridad: Control en tiempo real del proceso en su totalidad.
- Base de Datos para compartir el conocimiento
- Diseño considerando el cierre de minas.

- Minería Inteligente e Internet de las cosas (IoT)

## **7.3.2. Análisis para la industria de las TIC aplicada en la minería**

### **7.3.2.1. Político**

El entorno político chileno se caracteriza por poseer una coherencia y estabilidad que ha generado confianza en los inversores al largo de las últimas décadas.

### **7.3.2.2. Económico**

La economía chilena depende principalmente del precio del cobre, el que ser determinada en mercado internacional y su variable más importante la dictamina las expectativas macroeconómicas de China. Las expectativas de crecimiento están entre un 2,5% a 3,5% para el 2018, con una inflación de 2,9% para fines del mismo año. COCHILCO proyecta el precio para el 2018 en torno a USD 2,92 la libra para el mismo periodo.

### **7.3.2.3. Social**

Chile se posiciona en el lugar 25 (de 128) del ranking mundial según el Índice de Progreso Social 2017, ubicándose como el país con mejor desarrollo social latinoamericano.

### **7.3.2.4. Tecnológico**

Chile es uno de los países con la economía más abierta al mercado mundial. Los tratados de libre comercio le permiten a Chile acceder a la mayoría de los mercados del mundo donde destacan: China, India, Unión Europea, Estado Unidos, Corea del Sur, Japón.

Nota: mayor detalle de este capítulo se encuentra en la Parte I del Plan de Negocios

Singapur, Hong Kong y Tailandia. Siendo estos mercados los mayores productores de tecnología del mundo, por lo cual permite acceder a ella con aranceles mínimos o inexistentes. En cuanto a la conectividad, según el informe elaborado por Huawei llamado Índice Global de Conectividad, Chile ocupa el lugar 25, siendo mejor de Latinoamérica. El índice destaca a Chile en los aspectos relacionados con ancho de banda, cobertura 4G, fibra óptica y estrategias Cloud1.

#### **7.3.2.5. Medioambiental**

En cuanto a lo medioambiental, no existen restricciones a la tecnología que pudieran afectar al proyecto.

#### **7.3.2.6. Legal**

Existe un riesgo en lo legal, debido a que el gobierno a través de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que es la que regula el sector, pueda promover alguna restricción a la publicidad o mensajería en los celulares corporativos.

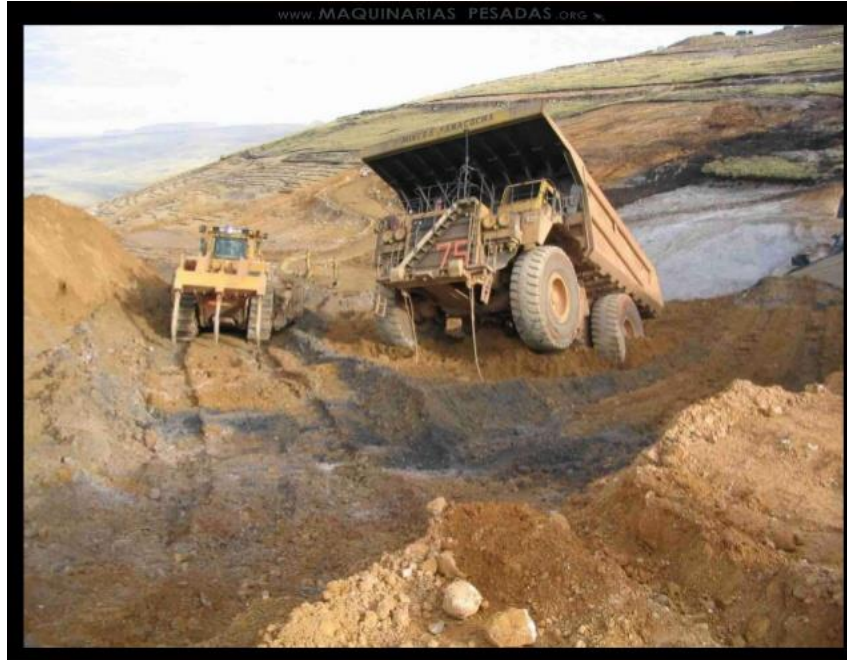
#### **7.3.2.7. Flujo de operaciones**

El siguiente flujo será el que se realice para la primera aplicación del servicio, una vez que el servicio inicial esté contratado por el cliente, para los clientes restantes se obviará el primer paso.

#### **7.3.3. Maneja sin Distracciones.**

Una de las principales causas de accidentes en el área de mina es la Desconcentración (Falla Humana 90%, Falla del vehículo 10%)

El Autocuidado es todo lo que una persona puede razonablemente hacer para evitar accidentes, más allá de las condiciones de su entorno y de lo que hagan otras personas.



*ILUSTRACION 12: Representa Accidente por uso de teléfonos descuido en la conducción*



*Ilustración 11 Representa Accidente Camión CAEX con equipo menor por distracción en la conducción*





*Ilustración 12 Representa la Caída de camión CAEX por descuido en la conducción.*

### **7.3.3.1. Seguridad, ante Todo.**

Piense primero antes de actuar: Planee su trabajo. No crea que está perdiendo el tiempo. El operador y la Máquina llegan a ser un solo ser, es decir un solo equipo y el operador es como si fuera el “CEREBRO” de dicho ser respete su vida y la de sus compañeros de trabajo, no se distraiga de su vehículo.

El orden en la entrada y salida de los camiones del lugar de carga y descarga en los botaderos es importante para evitar choques y requiere estar concentrado en un 100%

## **7.4. Modelo CANVAS**

Luego, una vez realizado el análisis de todos los componentes que participan en la creación de la aplicación planteada podemos analizar todos los requisitos, actividades, componentes del conjunto recursos necesarios, actividades a desarrollar, el mercado al que está enfocado, entre otros, todo completo como proyecto.



KEY PARTNERS	KEY ACTIVITIES	VALUE PROPOSITIONS	CUSTOMER RELATIONSHIP	CUSTOMER SEGMENTS
CLIENTES MINEROS (29) CLIENTE CONTRATISTAS (20)	MODELADO DE ZONAS DE INTERES  GENERACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MENSAJERÍA  GENERACIÓN Y MODELAMIENTO DE PROCESOS HSEC	SOPORTE A PROCESOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE MEDIANTE MENSAJERÍA CELULAR Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN	SERVICIO AUTOMATIZADOS	EMPRESAS (ETAPA I)  - INTENSIVAS EN PERSONAS
USUARIOS FINALES (Departamentos de Prevención de Riesgos)			CO-CREACIÓN DE PRODUCTOS	- INDUSTRIALES
SERVICIOS DE TELECOMUNICACION	KEY RESOURCES DISEÑO DE FACIL USO  MANEJO DE BASES DE DATOS		CHANNELS APP DE SISTEMA MONITOREO DE RED COMUNICACIÓN DIRECTA CON CLIENTE	- ALTA INVERSIÓN EN SEGURIDAD SEGMENTO OBJETIVO - GRAN MINERÍA CHILE -- MANDANTES -- CONTRATISTAS
COST STRUCTURE		REVENUE STREAMS		
COSTO SERVICIO DE MENSAJERÍA A PROVEEDOR COSTO DESARROLLO DE PLATAFORMA COSTO DE SERVIDORES ("NUBE") COSTO DE VENDEDORES COSTO DE PROGRAMADORES		INGRESOS POR SET-UP INGRESOS POR MANTENIMIENTO ANUAL INGRESOS POR SERVICIO PREMIUM INGRESOS POR SERVICIO BÁSICO		

**Ilustración 13 Modelo de negocio Canvas**

## 8. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### 8.1. Desarrollo de la encuesta

Primeramente, el desarrollo de la aplicación planteado para el mercado minero se basa en una aplicación responsive que puede ser utilizada en distintas vistas sin afectar su apariencia y funcionalidad, en este caso, se enfoca en dos usos, el primero será la utilizada por el personal de recursos humanos de la organización, a través de las computadoras ya sea portátil o de escritorio, luego, la segunda vista sería a través del dispositivo móvil del trabajador, la cual debe ser descargada por el mismo, una vez descargada la aplicación, el usuario ingresa sus datos y responde una encuesta de tipo abierta sobre el covid19, a través de la disciplina de machine learning o aprendizaje automático, para que la recopilación de información este basada en las respuestas de cada uno de los usuarios, dicha encuesta será registrada y almacenada para su posterior uso por el departamento de recursos humanos, enfocándose en las respuestas de los usuarios, con la finalidad de tomar decisiones basadas en dichos resultados, tales como, sensibilización, reforzamiento de medidas biosanitarias, ayudas visuales, entre otros. Dicho esto, a continuación, se representa la encuesta en las siguientes ilustraciones

```
1 import cv2, glob, random, math, numpy as np, dlib
2 from sklearn.svm import SVC
3
4 #lista de sentimientos
5 emotions = ["miedo", "feliz", "neutral", "tristeza"]
6
7 clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit=2.0, tileGridSize=(8,8))
8
9 detector = dlib.get_frontal_face_detector()
10
11 #archivo de marcas faciales
12 predictor = dlib.shape_predictor("shape_predictor_68_face_landmarks.dat")
13
14 #, verbose = True) #Establece el clasificador como un vector de apoyo de máquinas polinomial kernel
15 clf = SVC(kernel='linear', probability=True, tol=1e-3)
16
17 def get_files(emotion):
18
19     files = glob.glob("dataset\\%s\\*" %emotion)
20
21     random.shuffle(files)
22
23     training = files[:int(len(files))]
24
```

Ilustración 14 Código Fuente – Fragmento 1

```

25     #aquí se añade la imagen que quieres procesar
26     prediction=['dataset\\2.png']
27
28     return training, prediction
29
30
31     def get_landmarks(image):
32
33         detections = detector(image, 1)
34
35         #Para todas las cara detectadas de forma individual
36         for k,d in enumerate(detections):
37
38             shape = predictor(image, d)
39
40             xlist = []
41
42             ylist = []
43
44             #Guarda coordenadas X e Y en dos listas
45             for i in range(1,68):
46
47                 xlist.append(float(shape.part(i).x))
48
49                 vlist.append(float(shape.part(i).v))

```

**Ilustración 15 Código Fuente – Fragmento 2**

```

50
51     # Obtiene la media de ambos ejes para determinar el centro de gravedad
52     xmean = np.mean(xlist)
53
54     ymean = np.mean(ylist)
55
56     #calcula distancia entre cada punto y el punto central en ambos ejes
57     xcentral = [(x-xmean) for x in xlist]
58
59     ycentral = [(y-ymean) for y in ylist]
60
61     # Si la coordenada x del conjunto son las mismas, el ángulo es 0, evitamos el error 'divide by 0' en la func
62     if xlist[26] == xlist[29]:
63         anglenose = 0
64     else:
65         anglenose = int(math.atan((ylist[26]-ylist[29])/(xlist[26]-xlist[29]))*180/math.pi)
66     if anglenose < 0:
67         anglenose += 90
68     else:
69         anglenose -= 90
70
71     landmarks_vectorised = []
72     for x, y, w, z in zip(xcentral, ycentral, xlist, ylist):
73
74         landmarks_vectorised.append(x)

```

### Ilustración 16 Código Fuente – Fragmento 3

```
75
76     landmarks_vectorised.append(y)
77
78     meannp = np.asarray((ymean,xmean))
79
80     coornp = np.asarray((z,w))
81
82     dist = np.linalg.norm(coornp-meannp)
83
84     anglerelative = (math.atan((z-ymean)/(w-xmean))*180/math.pi) - anglenose
85
86     landmarks_vectorised.append(dist)
87
88     landmarks_vectorised.append(anglerelative)
89
90 if len(detections) < 1:
91     landmarks_vectorised = "error"
92
93 return landmarks_vectorised
94
95 def make_sets():
96
97     training_data = []
98
99
```

### Ilustración 17 Código Fuente – Fragmento 4

```
100 training_labels = []
101
102 prediction_data = []
103
104 prediction_labels = []
105
106 training = []
107
108 prediction = []
109
110 for emotion in emotions:
111
112     training, prediction = get_files(emotion)
113
114     #Append data to training and prediction list, and generate labels 0-7
115
116     for item in training:
117
118         #open image
119         image = cv2.imread(item)
120
121         #convertimos a escala de grises
122         gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
123
124         clahe_image = clahe.apply(gray)
```

*Ilustración 18 Código Fuente – Fragmento 5*

```
125
126     landmarks_vectorised = get_landmarks(clahe_image)
127
128     if landmarks_vectorised == "error":
129
130         pass
131     else:
132
133         # vector de imágenes a la lista de datos de entrenamiento
134         training_data.append(landmarks_vectorised)
135
136         training_labels.append(emotions.index(emotion))
137
138     for item in prediction:
139
140         image = cv2.imread(item)
141
142         gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
143
144         clahe_image = clahe.apply(gray)
145
146         landmarks_vectorised = get_landmarks(clahe_image)
147
148         if landmarks_vectorised == "error":
```

*Ilustración 19 Código Fuente – Fragmento 6*

```
149
150         pass
151
152     else:
153
154         prediction_data.append(landmarks_vectorised)
155
156         prediction_labels.append(emotions.index(emotion))
157
158     return training_data, training_labels, prediction_data, prediction_labels,
159
160     probam1 = np.zeros((4,10))
161
162     probam2 = np.zeros((1,4))
163
164     accur_lin = []
165
166     for i in range(0,10):
167
168         #hace un muestreo aleatorio 80/20%
169         print("Making sets %s" %i)
170
171         training_data, training_labels, prediction_data, prediction_labels = make_sets()
172
```

*Ilustración 20 Código Fuente – Fragmento 7*

```

173 #gira el conjunto de entrenamiento en una matriz numpy para el clasificador
174 npar_train = np.array(training_data)
175
176 npar_trainlabs = np.array(training_labels)
177
178 #entrenamiento SVM
179 print("training SVM linear %s" %i)
180
181 clf.fit(npar_train, training_labels)
182
183 #Utilice la función score () para obtener mayor precisión
184 print("getting accuracies %s" %i)
185
186 npar_pred = np.array(prediction_data)
187
188 pred_lin = clf.score(npar_pred, prediction_labels)
189
190 print ("linear: ", pred_lin)
191
192 #guarda la precision en una lista
193 accur_lin.append(pred_lin)
194
195 proba=clf.predict_proba(prediction_data)
196

```

**Ilustración 21 Código Fuente – Fragmento 8**

```

197 print ("proba: ", proba)
198
199 probam1[:,i]=proba[1,:]
200
201 probam2=proba[1,:]+probam2
202
203 #probam(:,i)=probam+proba
204
205 proba=probam2/10
206
207 p1=round(proba[0,0],2)
208
209 p2=round(proba[0,1],2)
210
211 p3=round(proba[0,2],2)
212
213 p4=round(proba[0,3],2)
214
215 #hacemos 10 ejecuciones para aumentar precision
216 print("Mean value lin svm: %.3f" %np.mean(accur_lin))
217
218 #aqui se añade la imagen que quieres procesar pero aqui solo se carga para el resultado final
219 frame=cv2.imread('dataset\\2.png')
220

```

**Ilustración 22 Código Fuente – Fragmento 9**

```

221 #ploteamos el resultado
222 cv2.putText(frame, "Miedo: {}".format(p1), (10, 30),
223           cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
224
225
226 cv2.putText(frame, "Feliz: {:.2f}".format(p2), (10, 60),
227           cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
228
229
230 cv2.putText(frame, "Neutral: {}".format(p3), (10, 90),
231           cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
232
233
234 cv2.putText(frame, "Triste: {:.2f}".format(p4), (10, 120),
235           cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
236
237
238 # mostramos la imagen
239 cv2.imshow("Frame", frame)
240
241 cv2.imwrite('resultado.png', frame)
242
243 cv2.waitKey(0)
244
245 cv2.destroyAllWindows()

```

*Ilustración 23 Código Fuente – Fragmento 10*

En el mismo orden de ideas, dicho código es un código fuente que está diseñado para el análisis de sentimientos a través de palabras claves, basado como se dijo anteriormente en las respuestas dadas por el usuario, de esta manera se irán almacenando las respuestas ´priorizando los sentimientos que se describan y que el departamento de recursos humanos que es el encargado del análisis de los datos considere como punto importante para la toma de acciones y la coordinación de actividades posteriores como la sensibilización, charlas, ayudas, entre otros.

Cabe destacar que mientras más respuestas estén almacenadas más completa será la recolección de datos e identificación de los sentimientos y respuestas obtenidas, la base de datos almacena dichas respuestas y las utiliza para un desempeño a largo plazo, además de la evolución de la aplicación en este aspecto, por lo que podemos decir que la aplicación ira creciendo y mejorando su análisis con el uso prolongado de los trabajadores.



<p>S&amp;SO Portal <span style="float: right;">Ingresar</span></p>	<p>S&amp;SO Portal</p>
 <p style="text-align: center;"><b>BIENVENIDO</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="#">Responder Encuesta</a></p>	<p style="text-align: center;"><b>Encuesta COVID-19</b></p> <p>Pregunta #1 <input type="text"/></p> <p>Pregunta #2 <input type="text"/></p> <p>Pregunta #3 <input type="text"/></p> <p>Pregunta #4 <input type="text"/></p> <p>Pregunta #5 <input type="text"/></p> <p>Pregunta #6 <input type="text"/></p> <p style="text-align: right;"><a href="#">Registrar encuesta</a></p>

*Ilustración 24 Prototipo Encuesta COVID 19*

## 8.2. Desarrollo de la aplicación

Luego, una vez que la encuesta ha sido realizada la aplicación empezara a recolectar los datos de uso del teléfono celular, generando un registro por cada oportunidad en la que el usuario desbloquee el celular, generando así el almacenamiento de dicha información sin influir si el equipo está conectado a una red, sabiendo que las áreas destinadas a la minería suelen ser remotas; una vez que el equipo se conecte nuevamente a una red de internet, los datos almacenados serán sincronizados por la aplicación y podrán ser leídos por el

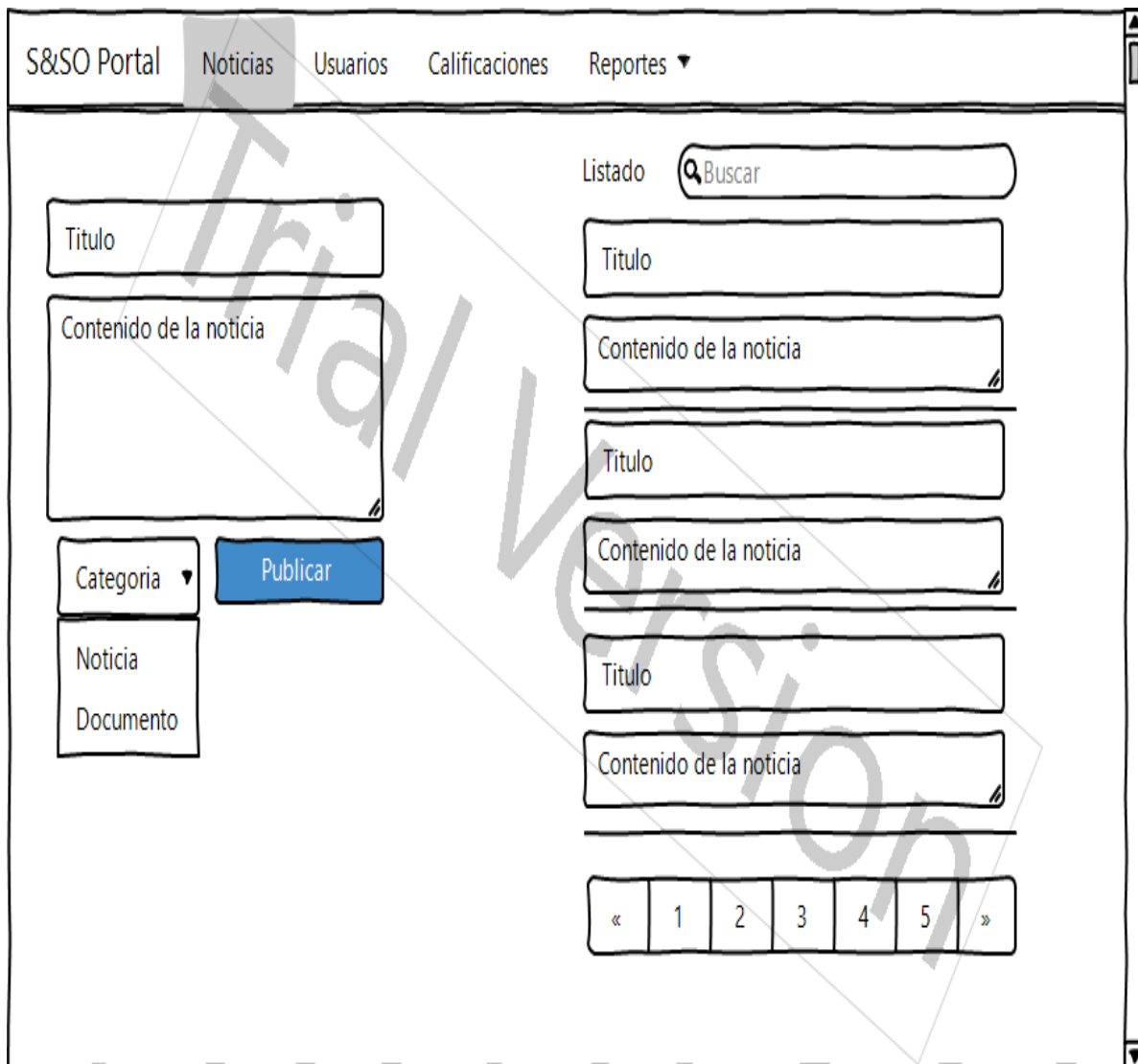


departamento de recursos humanos y realizar el análisis correspondiente de los resultados, la misma realiza una transmisión de datos de los procesos críticos en minería.

Asimismo, dicha aplicación lleva por nombre (S&SO); esta consta de 5 módulos en su versión web, recordando que esta será utilizada por recursos humanos, dichos módulos se dividen en noticias, usuarios, calificaciones, reportes y un dashboard o panel administrativo, con la finalidad de llevar al usuario responsable por parte de la empresa la mayor cantidad de información, de manera accesible, asegurando un fácil entendimiento y manejo de esta, para luego realizar con estos datos los análisis correspondientes para realizar mejoras, capacitaciones al personal, indicadores de gestión, programas de capacitaciones, entre otros.

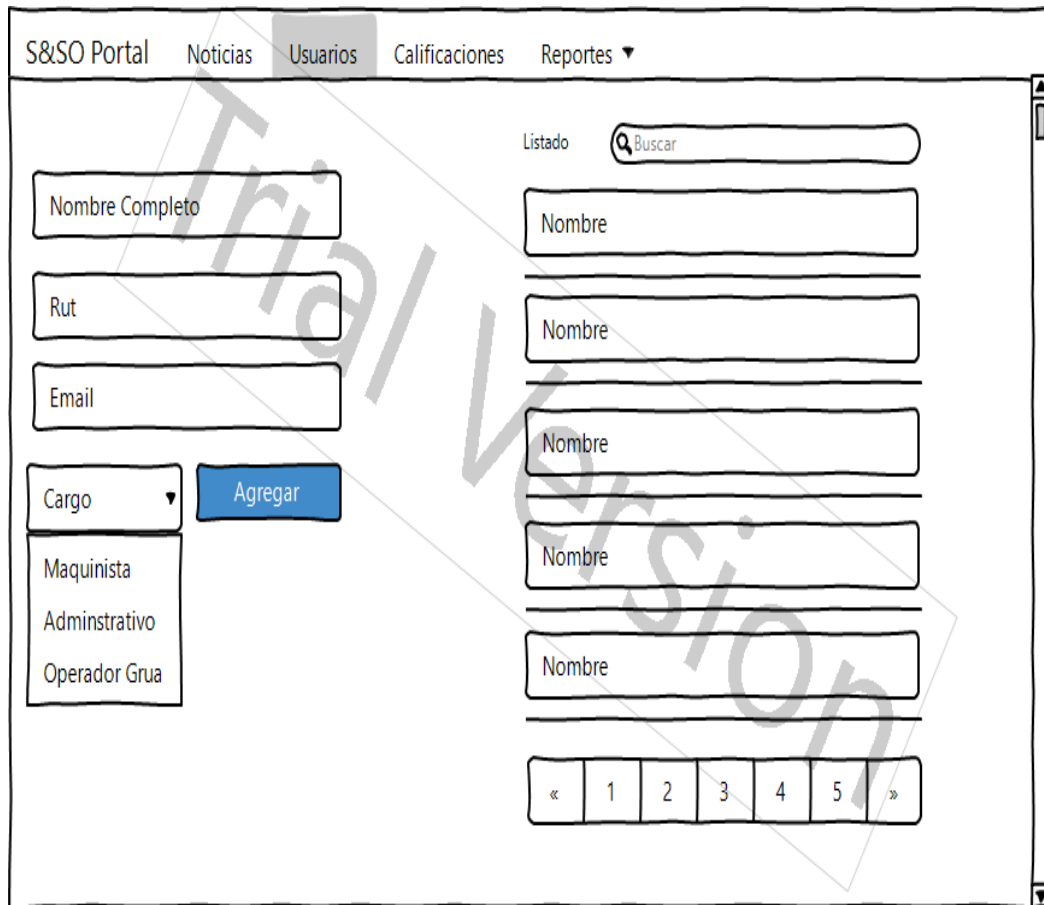
De igual forma, cuenta con alertas, reforzamiento del uso de los equipos celulares en el trabajo, más específicamente al momento de conducir maquinaria pesada, los riesgos asociados, y un monitoreo constante del uso de dichos equipos en horario laboral, con la finalidad de disminuir los incidentes y accidentes en las áreas ya mencionadas.

En este orden de ideas, los módulos se constituyen de manera tal, el módulo de noticias muestra el título de la noticia, el contenido o descripción de esta, la categoría a la que aplica, una vez llenos los campos correspondientes el usuario presiona el botón de publicar, la aplicación ira creando un historial con todas las noticias que sean publicadas, esto con la finalidad de poder ser consultadas luego si el usuario así lo desea, las noticias pueden ser campañas de sensibilización, información a usuarios, datos importantes, o cualquier información que el departamento de recursos humanos considere pertinente hacia los conductores , lo que puede generar reportaría sobre las encuestas lanzadas



**Ilustración 25 Prototipo solución – Módulos 1**

Después, el módulo correspondiente a los usuarios se estructura de la siguiente manera: se introduce el nombre completo del usuario que correspondería al trabajador/conductor, su número de RUT, correo electrónico, y el cargo exacto que desempeña, se pulsa el botón de agregar, la aplicación a partir de los usuarios cargados va creando un listado, dicho listado servirá para la carga de datos en el módulo de reportes, ya que se crearan basados en los usuarios que hayan sido incorporados, además dicho listado también servirá para las estadísticas finales, la toma de decisiones o acciones específicas a realizar.



**Ilustración 26 Prototipo solución – Módulos 2**

En el mismo orden de ideas, tenemos el módulo de calificaciones, el mismo tiene como finalidad realizar un ranking o tabla de puntuaciones de los trabajadores que menor cantidad de usos de los equipos celulares tenga en el horario de trabajo, basado en este ranking el área de recursos humanos puede tomar acciones posteriores, como reconocimientos, incentivos o recompensa si la organización así lo estipula o cree necesario según sea el caso, este módulo se basa en el promedio del uso del dispositivo móvil durante el horario laboral, a través de varias capas de filtro, primero, la aplicación realizara una recolección de datos basándose en un horario pre establecido por la organización, dependiendo de la carga laboral de cada usuario, por ejemplo: de lunes a viernes, de 7 am a 5 pm.

Luego, pasa por un segundo filtro que corresponde a los datos que son almacenados diariamente a lo largo de toda la jornada, dichos datos serán filtrados excluyendo, los tiempos de descanso que sean establecidos por la empresa, ya sea para comidas u ocio si así lo establece el horario laboral

Una vez que los datos han sido filtrados se recolectan para ser parte del ranking o tabla de puntuaciones, a través de una sumatoria de la cantidad de datos filtrados para luego ser divididos entre la cantidad de días hábiles, de esta manera se obtiene el ranking mensual, si lo desarrollamos como una fórmula matemática tendríamos:

$$Ranking = \frac{\sum \text{datos filtrados}}{21}$$

Una vez que obtenemos la cantidad de desbloques totales del usuario en el rango de un mes, pasaran a ser reflejados en el módulo, donde serán enumerados de menor a mayor, siendo así que el usuario que tenga la menor cantidad de desbloques es aquel que será reconocido, y los siguientes puestos de igual forma basándose en los resultados obtenidos.

Por otro lado, la recopilación de datos también ayudará a realizar un porcentaje con mayor promedio de uso, como estadísticas generales de los usuarios, el funcionamiento de este promedio se basa en, la sumatoria de los usuarios que tengan un promedio de uso mayor a 12, sabiendo que 12 es el límite medio de uso del dispositivo móvil, dividido entre la cantidad total de usuarios registrados, por 100, de esta manera obtendremos el porcentaje de usuarios con mayor promedio, a partir de allí se toman las acciones necesarias tales como

sensibilizaciones, charlas, capacitaciones, que es parte del objetivo general de la aplicación.

El criterio utilizado en este caso, un total máximo de 500 datos por trabajador, correspondiente a 500 desbloques del dispositivo como límite, basándose en los 21 días hábiles que corresponden a un mes, dando así un 100% de uso como límite máximo, para el porcentaje de uso que se describe en la fórmula a continuación, se realiza en base a un límite de uso mensual del 50% que correspondería a 250 datos, por lo que realizando los cálculos correspondientes nos da una cantidad de uso de 12, es por esto que para sacar el porcentaje final se utiliza dicho número, sin embargo en caso de que se desee cambiar en futuro o por alguna circunstancia este porcentaje lo que se debe hacer es sacar el porcentaje que se desea a 500 y dividirlo entre la cantidad de días hábiles que en este caso sería 21 días, correspondientes a un mes, en caso de querer hacerlo, trimestral, o anual se cambia la cantidad de días a los números que le corresponde a cada periodo

En este orden de ideas, la fórmula se describe como:

$$\% \text{ de usuarios con mayor promedio} = \frac{\sum \text{Usuarios con promedio} > 12}{\text{Total de usuarios registrados}} * 100$$

Asimismo, como ha sido mencionado estos datos se actualizarán mensualmente, o dependiendo de la configuración que desee darle el área de recursos humanos para la lectura de sus estadísticas, reflejándose en el módulo correspondiente, el ranking de uso se mostrará de manera pública y los porcentajes totales de uso de cada uno de los trabajadores solo serán mostrados

para el personal correspondiente al área de recursos humanos para la coordinación de las acciones correspondientes, el objetivo del ranking es incentivar a los usuarios a obtener la menor cantidad de datos por desbloqueo, con la recompensa de un reconocimiento, como complemento a las sensibilizaciones correspondientes al uso de los dispositivos.

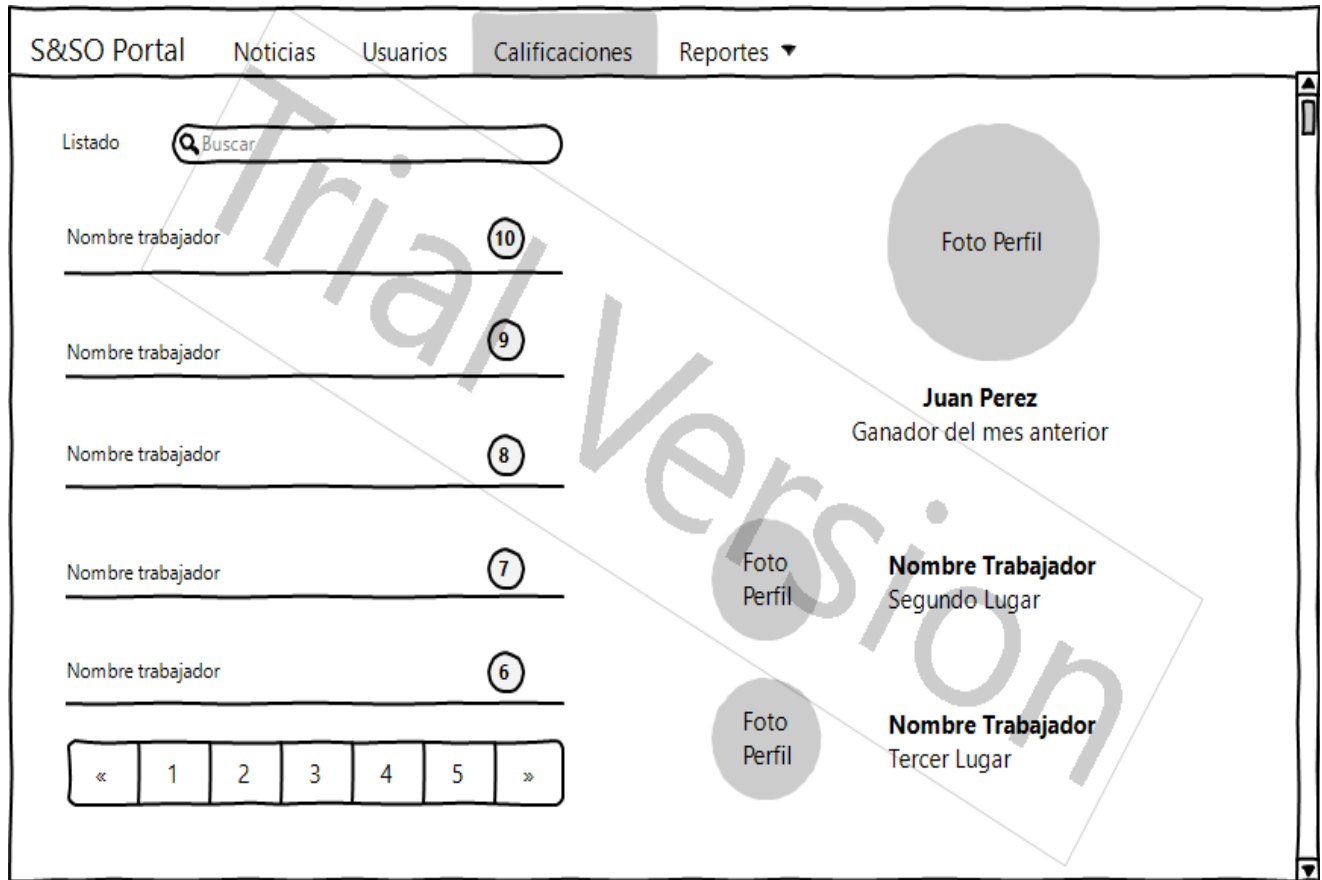
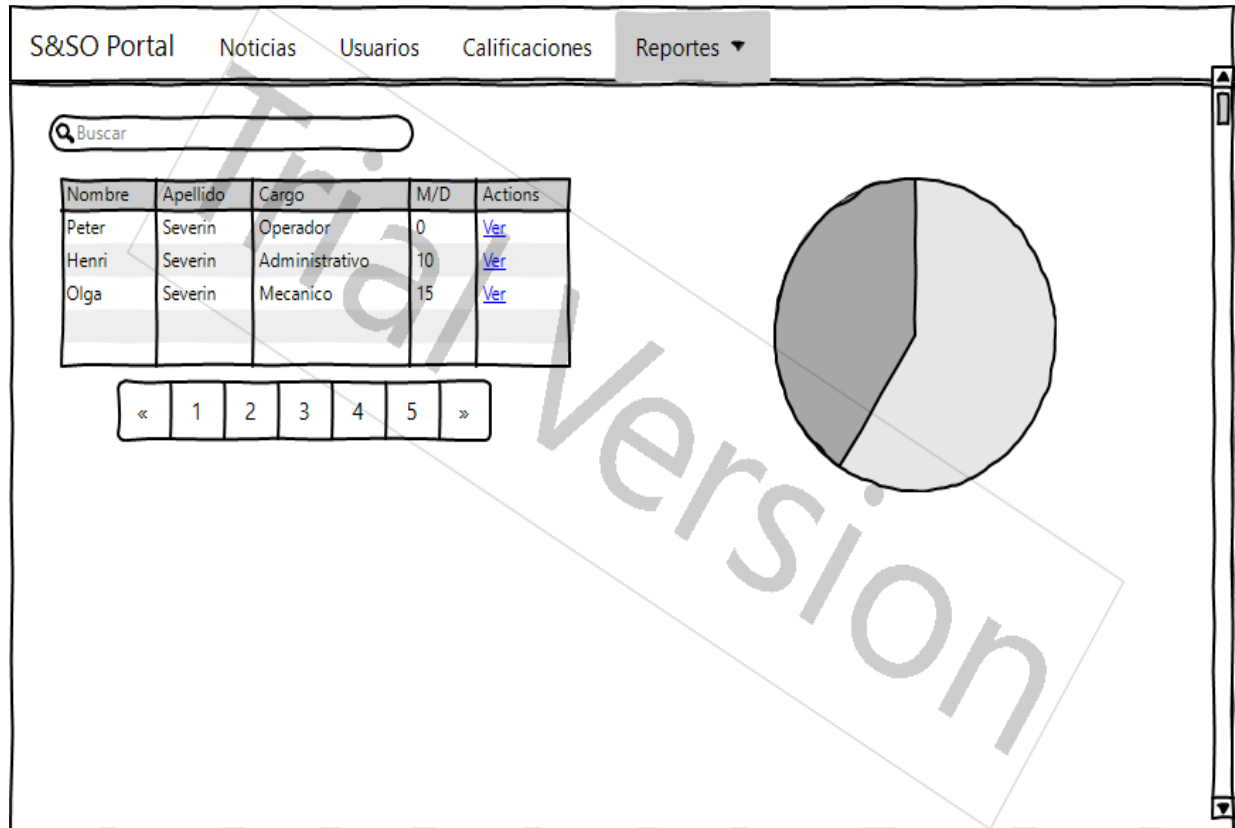


Ilustración 27 Prototipo solución – Módulos 3

De la misma forma, tenemos el módulo de reportes, se puede visualizar los M/D o número de acciones realizadas de cada uno de los trabajadores y las acciones detalladas a las que corresponden los mismos, señalizando el cargo del trabajador y sus datos, de igual manera nos muestra una gráfica alimentada por los reportes que sean guardados en el sistema, para de esta manera visualizar la

información tanto de manera individual como de manera genérica, esto facilita la toma de decisiones basado en el promedio de acciones y la cantidad de trabajadores que ejecuten dichas acciones.



**Ilustración 28 Prototipo solución – Módulos 4**

Por último, cada vez que se realiza un reporte de uso de los equipos celulares, dicha información se almacena en una base de datos y luego se muestra en un dashboard con los reportes estadísticos generales, así como las estadísticas de cada uno de los cargos registrados en el sistema, en dicho dashboard se podrá visualizar el estatus de los objetivos establecidos previamente por la organización, así como el estatus en cuanto a los datos asociados a la accidentabilidad y las acciones de los mismos, a este panel solo tendrá acceso la persona asignada por recursos humanos o la organización para el manejo de dicha información, para de esta manera mantener la confidencialidad de los datos.

### 8.3. Encuesta de satisfacción

Cabe destacar que, se realizara una encuesta a la organización con la finalidad de medir si las expectativas de la aplicación han sido logradas, para medir su satisfacción con la misma y validar posibles mejoras o adaptaciones que la organización requiera o encuentre en su uso cotidiano, además de realizar la revisión de un reporte de desempeño de la aplicación, esto para asegurar un funcionamiento optimo en el tiempo y conforme a los usuarios.

## Encuesta de Satisfacción

La encuesta presentada a continuación tiene como finalidad evaluar la satisfacción del cliente con respecto al uso de la aplicación S&SO

---

¿Cómo considera el desempeño de la aplicación S&SO?

	1	2	3	4	5	
Malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

---

¿Cómo considera la facilidad de uso de la aplicación S&SO?

	1	2	3	4	5	
Malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

*Ilustración 29 Encuesta de Satisfacción al cliente – Parte 1*



¿ Que calificación le daría a la atención al cliente?

	1	2	3	4	5	
Malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

¿A que nivel considera que la aplicación facilita las actividades de la empresa ?

	1	2	3	4	5	
Malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Enviar

Borrar formulario

*Ilustración 30 Encuesta de Satisfacción al cliente – Parte2*

## 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Primero, describiendo el dashboard operacional tenemos que, este módulo o vista muestra los resultados de la recolección en tiempo real de los registros resultantes del uso del teléfono móvil, dicho dashboard consta de, estatus de avances y difusión de informes con información resaltante e importante, siendo este así una herramienta de apoyo a la gestión de HSEC, entre dichas herramientas tenemos:

- **Notificaciones respecto a campaña:** Donde se requiere estimar en un plazo dado la capacidad de difusión de los tópicos relacionados al uso de los dispositivos móviles, la accidentabilidad en los puestos de trabajo, entre otros, con el fin de medir su respectiva implementación, así como la efectividad de la misma de acuerdo a los objetivos planteados previamente por recursos humanos, los estatus de las capacitaciones se reflejan de manera individual y también como promedio general del programa de capacitación y sensibilización.
- **Históricos de incidentes** Apuntando a efectuar mediciones respecto al tipo de incidente y su temporalidad, por ejemplo, se ha detectado que el primer y último día de turno suelen ser los periodos con mayor propensión a accidentes, por lo que se deben realizar un enfoque al personal que labora en dicho horario, también la métrica es escalable a meses o años donde pudiesen existir mayores riesgos, por los distintos factores que pueden afectar el ritmo de trabajo, como el clima por ejemplo, o también considerar épocas festivas o de vacaciones de personal, donde los turnos pueden variar.
- **Gestiones de cambio:** muestra el estatus de difusión inmediata de este tipo tópico, respaldado por documentos e información a fin de comunicar eventualidades que ocurren día a día, como también dentro de horas.

- **Notificaciones Spot:** se captura la información respecto a los incidentes ocurridos dentro de un periodo determinado y las acciones a seguir según el tipo de incidentes ocurridos y el estatus de estos, con el fin de proporcionar un seguimiento para su cierre, en línea con los protocolos usuales dentro de la industria minera, en este caso específico, relacionado con acceso a área y gestión de cambio desplegada.

También se cuenta con niveles dentro de la notificación para que exista un espacio de información, puesta en alerta y posterior notificación, el dashboard tiene accesibilidad por usuario, en este caso de la persona encargada o asignada por el área de recursos humanos, dicha persona tendrá acceso a toda la información a modo resumen como se muestra en pantalla, la virtud de este tipo de vistas es que facilita al análisis de los datos y por ende la toma de decisiones posteriores, el sistema propuesto también es escalable con inmediatez a todas las áreas como mina o chancado de material y resto de áreas como bodegas, barrios cívicos o áreas de ejecución de proyectos, dependiendo de las necesidades de la empresa como usuario principal.

*Dashboard Operacional HSEC*



*Ilustración 31 Dashboard operacional*

Es importante destacar que la recopilación de los datos de bloque de la aplicación se guardan sin requerir conexión a internet por lo que el problema de latencias de banda ancha y poca disponibilidad de los servicios que se conecta a la web no afecta el desempeño de la misma ni los datos obtenidos, una vez el dispositivo móvil se encuentre en una zona en donde su conectividad sea la apropiada la aplicación se actualizara y sincronizara automáticamente a la fecha que se esté manejando, evitando así pérdida de información o una recopilación incorrecta de datos.

Continuando con, las pruebas de la aplicación en términos de desempeño funcionamiento, se realizaron pruebas semanales, evaluando y validando la recolección adecuada de los datos, su correcto almacenamiento y posterior uso por los encargados de realizar acciones a través de dichos resultados, en dichas pruebas se incluyó el despliegue de las campañas de concienciación y sensibilización, esto para evaluar la recepción de la información por parte de los usuarios, en este caso los conductores en la minería, de estas pruebas podemos decir que el desempeño de la aplicación es de un 90% teniendo en cuenta que no a todos los usuarios se les facilita en el entendimiento y uso de la aplicación por lo que se realiza en la misma medida que las pruebas, asesoría con respecto al uso de la misma, sobre todo al personal administrativo que es quien maneja el peso grande de la información y es quien realiza análisis detallado de los reportes que da como resultado la aplicación, ya que el uso por parte de los conductores se enfoca solo en la encuesta referente al covid-19 y luego de eso se maneja como una aplicación en segundo plano donde su principal función es recoger información de los desbloques de pantalla.

Sin embargo, con respecto a las noticias, sabiendo que son el medio de despliegue de las campañas de concienciación para los usuarios/conductores se tiene un 95% de correcto uso y desempeño de la aplicación dado que se maneja a modo de notificación a la cual el usuario accede y visualiza la noticia que es desplegada por el persona de recursos humanos, esto nos deja como resultado que la aplicación es sencilla en su uso y que cualquier tipo de usuario puede hacer uso de ella sin complicaciones posteriores.

Y luego, respecto al desempeño y uso del dashboard tenemos que, al personal involucrado a este módulo se le realizó una inducción genérica del uso de este, ya que requiere la lectura de datos numéricos y la personalización dependiendo de los objetivos planteado y el plan de campaña de sensibilización establecido por el área de recursos humanos, además de que este módulo trabaja con muchas graficas a las cuales se les debe realizar su respectivo análisis según resultados y objetivos, por otro lado se le realizó inducción a la alta dirección de manera genérica de la aplicación, su modo de uso y objetivo, con la finalidad de que sirva como herramienta de optimización del proceso de recursos humanos, y los beneficios que trae a la organización, asimismo se realizó inducción genérica del uso de la aplicación a los conductores, para solventar dudas y prevenir inconveniente.

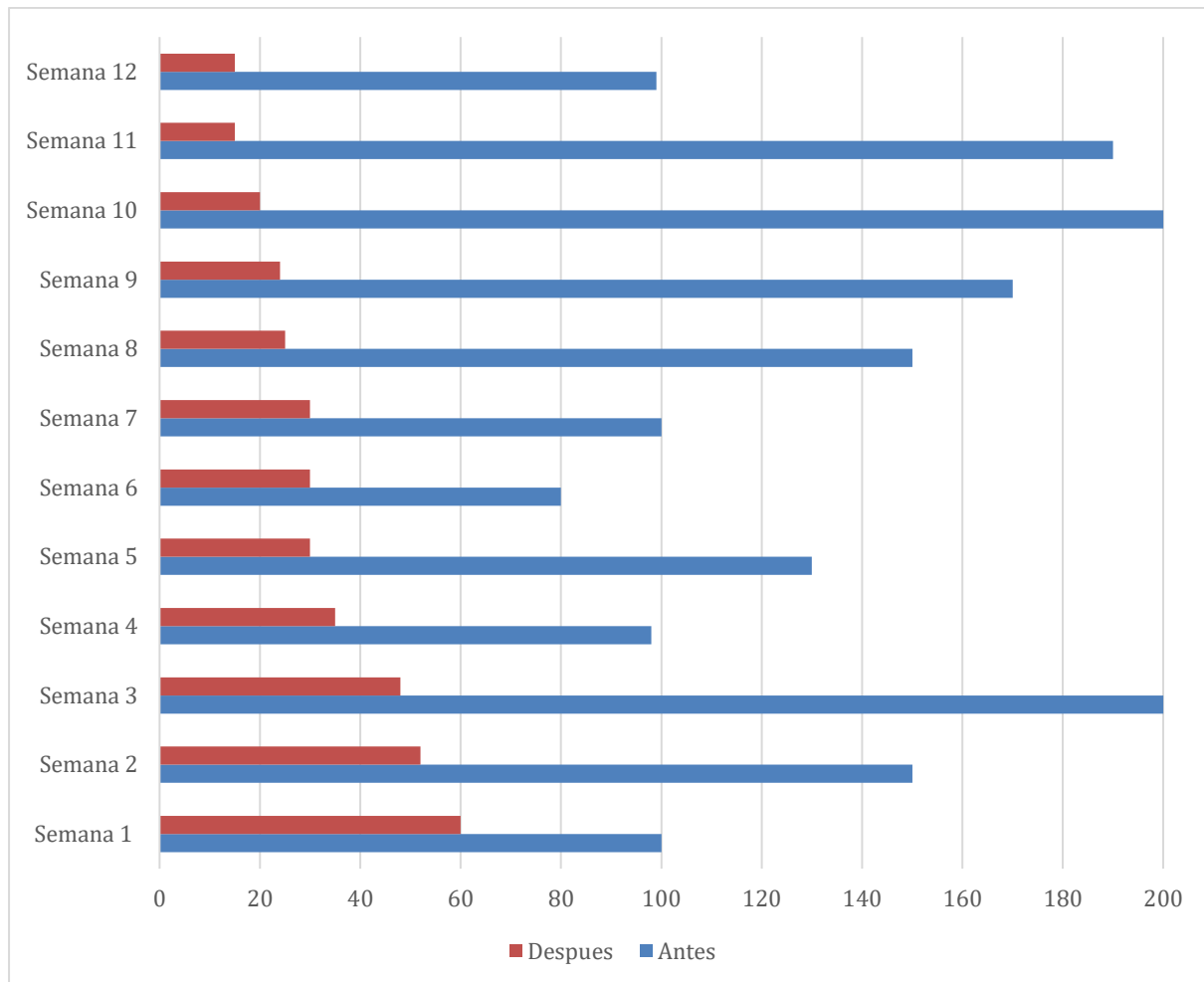
Inducciones por área	
Área	Horas/Hombre
Recursos Humanos	8
Alta Dirección	4
Conductores	2

*Tabla 8 Inducciones por área*

Estas inducciones se manejan con distintos tiempos debido al nivel de detalle que se le explica a la persona dependiendo el nivel de la empresa en el que realice sus actividades, con la intención de no sobrecargar al personal de información y generar complicaciones.

Una vez realizada las pruebas de funcionamiento e inducciones correspondientes y siguiendo el enfoque a la resolución del problema del mal hábito de conducción incumpliendo las normas de conducción se realizaron pruebas semanales para

corroborar el correcto uso y las variaciones del uso de los dispositivos móviles en comparación al uso de estos antes del uso de la aplicación y de la inducción principal genérica, se realizó prueba en un periodo de 12 semanas del uso de los bloqueos por trabajador, observando que hay una disminución notable del uso de los dispositivos móviles, como parte de las campañas y seguimiento del mismo.



**Ilustración 32** Cantidad de desbloques semanales

Luego se realizó plan de capacitación sobre accidentes laborales, coaching de supervisión de tareas, dirigido a los supervisores de recursos humanos que son los responsables de la lectura de los datos y del despliegue de la información a los conductores.

Plan de Capacitación						
Personal	Tema	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Horas/Hombre
Supervisor 1	Accidentabilidad Laboral	10/01/2022	10/02/2022	10/03/2022	10/04/2022	8
Supervisor 2	Accidentabilidad Laboral	10/01/2022	10/02/2022	10/03/2022	10/04/2022	8
Supervisor 3	Accidentabilidad Laboral	10/01/2022	10/02/2022	10/03/2022	10/04/2022	8
Supervisor 4	Accidentabilidad Laboral	10/01/2022	10/02/2022	10/03/2022	10/04/2022	8
Supervisor 5	Accidentabilidad Laboral	10/01/2022	10/02/2022	10/03/2022	10/04/2022	8
Supervisor 1	Coaching de supervisión de tareas en S&SO	20/01/2022	21/02/2022	21/03/2022	20/04/2022	4
Supervisor 2	Coaching de supervisión de tareas en S&SO	20/01/2022	21/02/2022	21/03/2022	20/04/2022	4
Supervisor 3	Coaching de supervisión de tareas en S&SO	20/01/2022	21/02/2022	21/03/2022	20/04/2022	4
Supervisor 4	Coaching de supervisión de tareas en S&SO	20/01/2022	21/02/2022	21/03/2022	20/04/2022	4
Supervisor 5	Coaching de supervisión de tareas en S&SO	20/01/2022	21/02/2022	21/03/2022	20/04/2022	4
Supervisor 1	Lectura de ranking de datos críticos	31/01/2022	28/02/2022	29/03/2022	30/04/2022	8
Supervisor 2	Lectura de ranking de datos críticos	31/01/2022	28/02/2022	29/03/2022	30/04/2022	8
Supervisor 3	Lectura de ranking de datos críticos	31/01/2022	28/02/2022	29/03/2022	30/04/2022	8
Supervisor 4	Lectura de ranking de datos críticos	31/01/2022	28/02/2022	29/03/2022	30/04/2022	8
Supervisor 5	Lectura de ranking de datos críticos	31/01/2022	28/02/2022	29/03/2022	30/04/2022	8

**Tabla 9 Plan de capacitación – Enero/Abril**

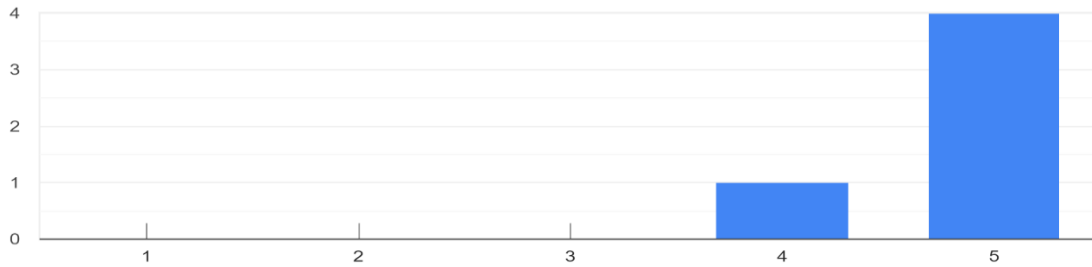
Dicho plan de capacitación está enfocado en los tres tópicos primordiales para el uso de la aplicación, además de enfocarse en solventar la falta de capacitaciones y coaching a la línea de liderazgo de equipos, a dichos tópicos se les debe hacer un reforzamiento mensual debido a la criticidad y variación de estos, el objetivo es mantener al personal al día con los datos y campaña acerca de los accidentes laborales y mantener el uso de la aplicación de manera óptima, es importante también capacitar al personal a como realizar la lectura de los datos críticos, enfocándose en los usuarios que tengan mayor cantidad de datos registrados, sabiendo que dichos trabajadores representan una vulnerabilidad para las estadísticas y el proceso, con el fin de mantener personal óptimo para realizar trabajos complejos y mejorar el déficit de seguridad laboral, sabiendo que las causas más frecuentes es el poco conocimiento de las consecuencias de los accidentes laborales, el objetivo es mantener al tanto al personal de dichas consecuencias.

Luego, se realizó encuesta de satisfacción al cliente para medir el nivel de cumplimiento de las expectativas del usuario con referencia a la aplicación, su uso, la atención a dudas, quejas, reclamos, entre otros, dicha encuesta se realizó de manera mensual por un periodo 2 meses y medio, realizando 2 veces por mes, para evaluar la evolución de la aplicación en un periodo de tiempo, una vez la aplicación este completamente evaluada se pasará a realizar dicha encuesta 2 veces al año.

En la pregunta número 1: ¿cómo considera el desempeño de la aplicación S&SO? Se obtuvo 4 respuestas en la calificación de 5 puntos (Excelente) correspondiente al 80% de las respuestas, y una respuesta en 4 puntos (Muy bueno) que equivale al 20% de las respuestas, por lo que se debe evaluar el punto desempeño a fin de validar los puntos que puedan ocasionar posibles fallas a corto y largo plazo en la aplicación o él envió de la información a los conductores quienes son nuestros primer feedback , ya que ellos ocupan la aplicación día a día y que nos ayudara a mejorar los gap que se detecten por parte del usuario final en temas de usabilidad o bug detectados dentro de la navegación



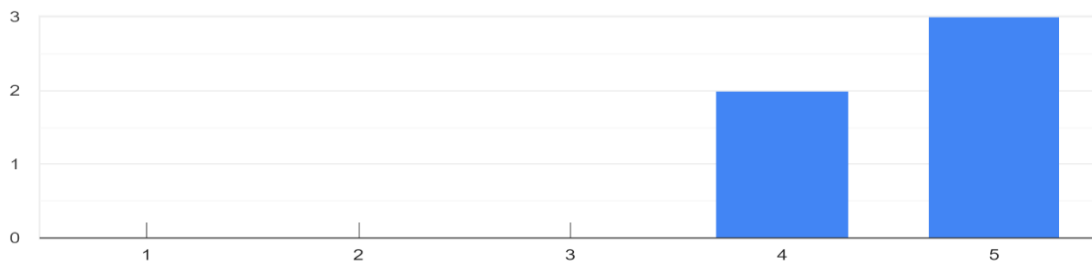
¿Cómo considera el desempeño de la aplicación S&SO?  
5 respuestas



**Ilustración 33 Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 1**

En la segunda pregunta: ¿Cómo considera la facilidad de uso de la aplicación S&SO Se obtuvo 4 respuestas en la calificación de 5 puntos (Excelente) correspondiente al 80% de las respuestas, y una respuesta en 4 puntos (Muy bueno) que equivale al 20% de las respuestas, por lo que se debe evaluar el método de uso o la efectividad de las inducciones realizadas con el fin de garantizar que el uso de esta sea lo más óptima posible.

¿Cómo considera la facilidad de uso de la aplicación S&SO?  
5 respuestas

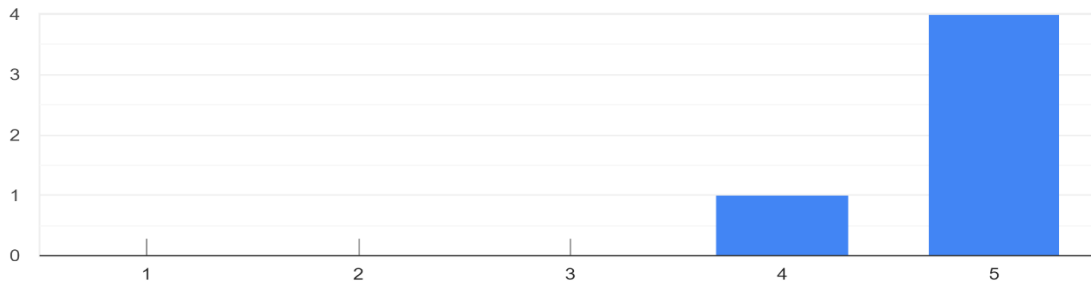


**Ilustración 34 Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 2**

Con relación a la pregunta 3: ¿Qué calificación le daría a la atención al cliente?, se obtuvo un total de 4 respuestas en calificación excelente, que equivale al 80% de la calificación y 1 respuesta en muy bueno, correspondiente al 20% de la calificación, por lo

que se requiere revisión de los puntos de atención al cliente que pudieran afectar la percepción del usuario.

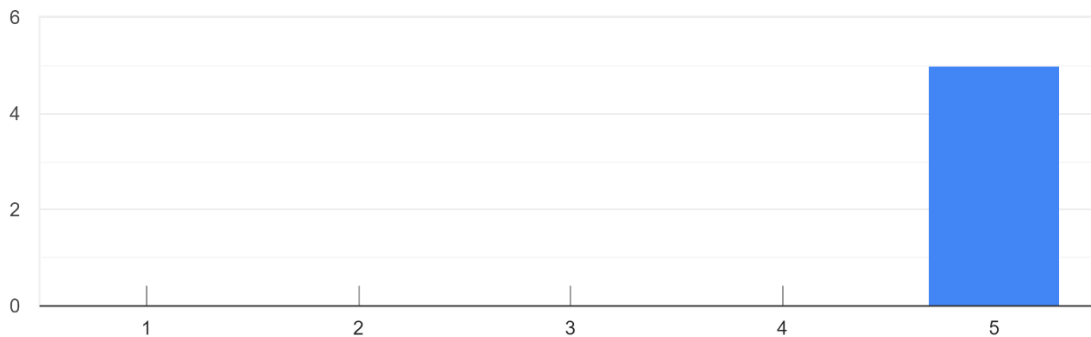
¿ Que calificación le daría a la atención al cliente?  
5 respuestas



**Ilustración 35 Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 3**

Por último, con respecto a la pregunta número 4, ¿a qué nivel considera que la aplicación facilita las actividades de la empresa?, obteniendo un total de 5 respuestas en nivel excelente, lo que evidencia la relevancia que tiene el uso de la aplicación en el proceso y la percepción de los trabajadores respecto a la misma.

¿A que nivel considera que la aplicación facilita las actividades de la empresa ?  
5 respuestas



**Ilustración 36 Encuesta de satisfacción al cliente – resultados parte 4**

Luego, se tienen las métricas de esta investigación, la primera de ellas mide el TDO o tiempo de ocupación, que corresponde al tiempo de uso que le da el trabajador/conductor al dispositivo móvil en el horario laboral, de manera diaria, semanal, mensual y anual medio en porcentaje,

Por otro lado, se tiene el tiempo total por usuario, con referencia de los accidentes ocurridos en el periodo de un año, con la finalidad de analizar el comportamiento de estos con respecto al uso de los dispositivos móviles.

## 10. CONCLUSIONES

Luego de haber expuesto la problemática y sus objetivos se concluye que el proyecto desarrollado cumple con darle solución al problema planteado y las causas detectadas del mismo, a través del desarrollo de cada una de las etapas plateadas y sus respectivas verificaciones, además se comprobó que con la implementación de tecnología de inteligencia artificial, en el proceso recursos humanos se puede extender a otras áreas o departamentos de una organización, como cobranza, fidelización, atención al cliente y marketing, entre otros, haciendo análisis de las necesidades correspondientes, y las metas y objetivos a cumplir, la aplicación cumple con lograr generar una mejora en sus índices de accidentabilidad por lo tanto optimiza las actividades del proceso, y con ello como resultado global generar mejores indicadores del área, manteniendo así los resultados de manera eficiente.

El proyecto de tesis desarrollado cubrió todos los aspectos de la investigación, se identificó el problema, las causas del mismo, las etapas necesarias para la resolución del problema, las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación y sus distintos módulos, de igual forma se realizó el desarrollo de cada una de las etapas plateadas, de desarrollo el marco teórico correspondiente y se realizaron las pruebas pertinentes, con la finalidad de cumplir con los objetivos y expectativas de esta investigación, además se tomó en consideración la retroalimentación del cliente en términos de satisfacción, para mantener la aplicación de manera óptima y apta para los usuarios, a los cuales se les debe realizar su revisión correspondiente sobre las causas de las preguntas que no corresponden a excelente, si bien la puntuación de muy bueno no significa un incumplimiento se debe tener en cuenta para el mejoramiento continuo de la aplicación y la relación laboral.

Por otro lado, se tiene que el personal toma conciencia con respecto a la accidentabilidad en el proceso de trabajo, siendo este un factor de suma importancia por el tipo de actividades que se realizan y el tipo de vehículo/maquinaria involucrada, lo que quiere decir que el objetivo principal de la aplicación es cumplido, que es crear conciencia en las personas y mantenerla, creando así hábitos de trabajo seguro.

Para lograr de manera exitosa la captura de datos de los teléfonos móviles, el desafío más grande es su implementación, por lo que se hace importante considerar las barreras existentes para implementar cambios tecnológicos. por lo que hoy en día las divisiones de Codelco no tienen las características necesarias para cumplir de una manera rápida la implementación de esta tecnología. La red de comunicaciones 3G hoy presente debe migrar a una red de comunicaciones tipo 4G Y 5g y que permita el funcionamiento Adecuado de conexión para escalabilidad y crecimiento

Para concluir se tiene que esta investigación da impulso a la mejora de los procesos empresariales a través de las aplicaciones móviles, que facilitan las actividades que se desarrollan en las empresas, pero a su vez sirven de catapultas de conocimiento y experiencia para quienes hacen uso de ellas en los distintos ámbitos en los que se pueden desarrollar.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Fundación Chile. (2016). Desde el cobre a la Innovación, Roadmap Tecnológico 2015-2035. Santiago: Fundación Chile

Atlassian. (s.f). La herramienta de desarrollo de software líder de los equipos ágiles, recuperado de: [atlassian.com/es/software/jira](https://atlassian.com/es/software/jira)

Daruos, V (2019). *Tecnología celular en la minería*, Universidad de Chile, Antofagasta.

Landerretche, O. (2018). Estrategia de Codelco para implementar una iniciativa responsable de minerales.

Hurtado, J. (2005). Como formular objetivos de investigación. Caracas: Fundación Sypal.

Expande (s.f). *Recursos para el innovador*, recuperado de: <https://expandemineria.cl/recursos-para-el-innovador/>

Expande (s.f). *Programas de Innovación 2020 de Corfo: ¿Cuáles aplican para proveedores mineros?*, recuperado: <https://expandemineria.cl/recursos/programas-de-innovacion-2020-de-corfo-cuales-aplican-para-proveedores-mineros/>

Flores, G (2021). *¿Qué es express y para qué sirve?*, recuperado de: [https://la-respuesta.com/articulos-populares/que-es-express-y-para-que-sirve/#¿Que\\_es\\_Express\\_y\\_para\\_que\\_sirve](https://la-respuesta.com/articulos-populares/que-es-express-y-para-que-sirve/#¿Que_es_Express_y_para_que_sirve)

Huambachano, J. (2017), *¿Qué es Scrum?*, recuperado de: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

Iberdrola, s.f. *¿Somos conscientes de los retos y principales aplicaciones de la Inteligencia Artificial?*, Recuperado de: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>

Ifgeekthen (2020). *VueJS, el framework JavaScript que te hace la vida más fácil*, recuperado de: <https://ifgeekthen.nttdata.com/es/vuejs-el-framework-javascript-que-te-hace-la-vida-mas-facil>

Inostroza, H (2019). El precio de lo intangible, recuperado de: [https://expandemineria.cl/wp-content/uploads/2021/10/09\\_01\\_19\\_InnovacionAbiertaOk.pdf](https://expandemineria.cl/wp-content/uploads/2021/10/09_01_19_InnovacionAbiertaOk.pdf)

Intelligent (2017). *Análisis de sentimiento, ¿qué es, cómo funciona y para qué sirve?*, recuperado de: <https://itelligent.es/es/analisis-de-sentimiento/>

Lucas, J. (2019). Qué es NodeJS y para qué sirve, recuperado de: <https://openwebinars.net/blog/que-es-nodejs/>

Roche, J. (s, f). *Scrum: roles y responsabilidades*, recuperado de: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/roles-y-responsabilidades-scrum.html>

Tic.portal (s.f). *Amazon Web Services*, recuperado de: <https://www.ticportal.es/temas/cloud-computing/amazon-web-services>

Valente, et al (2019). *Innovación abierta en minería*, editorial Fundación Chile.