

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**



**ARICA – CHILE**

**Documento de requisitos de**  
“ Modelo de predicción en términos productivos  
y de seguridad, mejores líderes de operación ”

**Equipo de Desarrollo:** Scarlet Gavia Mondaca  
**Empresa o Unidad:** Operación Mina Ministro Hales  
**Curso:** Proyecto IV ICCI  
**Profesor:** Diego Aracena Pizarro

28 de Octubre 2024, Calama



## Índice

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
I. Descripción de la empresa	5
II. Definición del proyecto	6
Contexto	6
Problema	7
Solución	7
<b>III. Objetivos</b>	<b>8</b>
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
IV. Requisitos del sistema	9
Requisitos de Alto Nivel (opcional)	9
Requisitos funcionales	9
Requisitos no funcionales	10
<b>V. Planificación del proyecto</b>	<b>11</b>
• Metodología	11
<b>VI. Carta gantt</b>	<b>12</b>
<b>VII. Modelo de contexto</b>	<b>13</b>
<b>VIII. Diagrama de caso de uso</b>	<b>14</b>
<b>IX. Herramientas a utilizar en la implementación</b>	<b>15</b>
<b>X. Alcance del producto a desarrollar</b>	<b>17</b>
<b>XI. Modelo BPMN</b>	<b>17</b>
<b>XII. Conclusión</b>	<b>18</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de requisitos de alto nivel.....	9
Tabla 2: Tabla de requisitos funcionales.....	9
Tabla 3: Tabla de requisitos no funcionales.....	10

## Índice de Figuras

Figura 1: Logo Codelco.....	5
Figura 2: Logo Codelco División Ministro Hales.....	5
Figura 3: Proceso de scrum.....	11
Figura 4: Carta gantt.....	12
Figura 5: Modelo de contexto.....	13
Figura 6: Diagrama de caso de uso.....	14
Figura 7: datos nulos de la base de datos.....	15
Figura 8: datos de fatiga y cabeceo.....	16
Figura 9: modelo BPMN.....	17



## Introducción

Actualmente en el rubro minero del cobre, el proceso de transporte es el que representa el mayor porcentaje del costo unitario Mina, por esta razón es fundamental optimizar el uso eficiente de los camiones de extracción (CAEX) manteniendo los altos estándares de seguridad que se exige al operador en esta actividad. Para lo anterior, en Codelco División Ministro Hales, se cuenta con tecnología instalada para optimizar el uso de los activos críticos así como para el cuidado en la operación de los trabajadores que tripulan estos equipos mina.

En este proyecto se plantea diseñar un modelo que permita proponer a aquellos operadores de camión de extracción mejor calificado en términos de seguridad y productividad de la mina, según el día de turno laboral. Para esto el cliente, entregará datos sobre fatiga de los trabajadores en la operación de CAEX e información productiva de ellos, en el uso de estos equipos.



## I. Descripción de la empresa

Codelco división ministro Hales es una de las divisiones de la Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco), la principal productora de cobre del mundo, esta se encuentra en la Región de Antofagasta, al norte de Chile, cerca de la ciudad de Calama, la división inició sus operaciones el año 2013, siendo una de las más recientes de la compañía.

Ministro Hales se caracteriza por la explotación de un yacimiento de cobre y plata mediante minería a rajo abierto, su producción anual alcanza alrededor de 200.000 toneladas de cobre fino, además de subproductos como plata y ácido sulfúrico, generado a partir del tratamiento de los gases producidos por la fundición de minerales sulfurados.

Esta división es conocida por su enfoque en la innovación y la sostenibilidad, implementando tecnologías modernas para reducir su impacto ambiental y optimizar los procesos productivos, la minería en Ministro Hales es una pieza clave dentro de la estrategia de Codelco para mantener su liderazgo en la industria global del cobre.



Figura 1: Logo Codelco



Figura 2: Logo Codelco División Ministro Hales



## II. Definición del proyecto

### Contexto

La minera Ministro Hales opera con dos turnos de trabajadores: uno diurno y otro nocturno, por lo tanto trabaja con cuatro bloques de empleados, dado que algunos trabajadores provienen de otras ciudades, pueden experimentar cansancio después de la colación y algunos de ellos se manejan mejor con ciertas maquinarias, la empresa busca desarrollar un modelo que prediga, en términos de producción y seguridad, cuáles son los candidatos más idóneos para continuar como operadores, el objetivo de este modelo es minimizar el cansancio y proteger la salud de los trabajadores.

La empresa dispone de información sobre los trabajadores que incluye su nivel de cansancio, su desempeño en el manejo de maquinarias y sus horarios de turno.



## **Problema**

La División de Codelco Ministro Hales, cuenta con información de producción de los operadores, con esta información, se busca evaluar a sus trabajadores según sus turnos, maquinaria y nivel de cansancio, para realizar el trabajo durante el turno, tomando en cuenta sus horario de colación.

## **Solución**

Se sugiere crear un modelo el cual muestra una lista de trabajadores mejor calificados según el turno en el que se está produciendo, teniendo en cuenta la especialización de maquinaria de cada trabajador, el turno en el que está trabajando y su nivel de cansancio según colaciones o viajes (si es que viven fuera de la ciudad), el cual será trabajo a base de estadística, con el fin de buscar los mejores operadores para cada turno de la empresa, esto mediante la información que será entregada.



### III. Objetivos

#### Objetivo general

Realizar un modelo de predicción para la minera Ministro Hales, desde una fuente de datos generada por distintos sistemas de alerta.

#### Objetivos específicos

- Estudio de la fuente de datos.
- Realizar algoritmos para la limpieza de la fuente de datos.
- Union de base de datos.
- Análisis de datos.
- Crear algoritmos de predicción.
- realizar pruebas sobre el algoritmo.





#### IV. Requisitos del sistema

##### Requisitos de Alto Nivel (opcional)

Identificador	Descripción
RAN1	El sistema debe ser capaz de predecir la calidad del trabajo de los operadores en función de datos.

Tabla 1: Tabla de requisitos de alto nivel

##### Requisitos funcionales

Identificador	Descripción
RF1	El modelo debe permitir actualizar o agregar información de los trabajadores.
RF2	El modelo debe permitir seleccionar el turno en el que se está produciendo.
RF3	El modelo debe permitir seleccionar la maquinaria en la cual se necesita operador.
RF4	El modelo debe permitir seleccionar el horario en el que se necesita operador.
RF5	El modelo debe mostrar una lista de los trabajadores más calificados para el turno y maquinaria especificados.
RF6	El modelo debe alertar sobre el cansancio de los trabajadores.
RF7	El modelo debe contar con un algoritmo de predicción, el cual utilizará los datos capturados.
RF8	El modelo debe generar una alerta en caso de que el operador ponga en riesgo de bajar su calidad de trabajo.
RF9	El sistema debe integrarse con sistemas existentes.

Tabla 2: Tabla de requisitos funcionales



### Requisitos no funcionales

Identificador	Descripción
1	El modelo debe tener la medidas necesarias de seguridad para que no se filtren los datos de los trabajadores.
2	El modelo debe estar disponible para su uso en cualquier momento.
3	El modelo debe ser confiable y cumplir con los requisitos del usuario.
4	El modelo debe ser fácil de mantener y actualizar.

Tabla 3: Tabla de requisitos no funcionales



## V. Planificación del proyecto

- **Metodología**

Se utilizara una la metodología ágil llama Scrum, la cual consiste en la comunicación constante entre el cliente y el equipo de desarrollo, esto nos permite crear prototipos tempranos y reducir riesgos de malentendidos en los requisitos del cliente, Se implementa scrum mediante reuniones semanales online donde se revisa las tareas complementadas y pendientes.

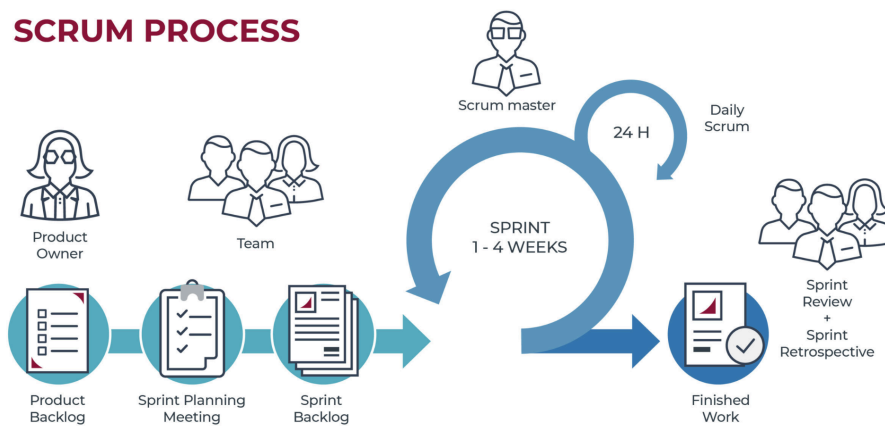


Figura 3: Proceso de scrum

## VI. Carta gantt

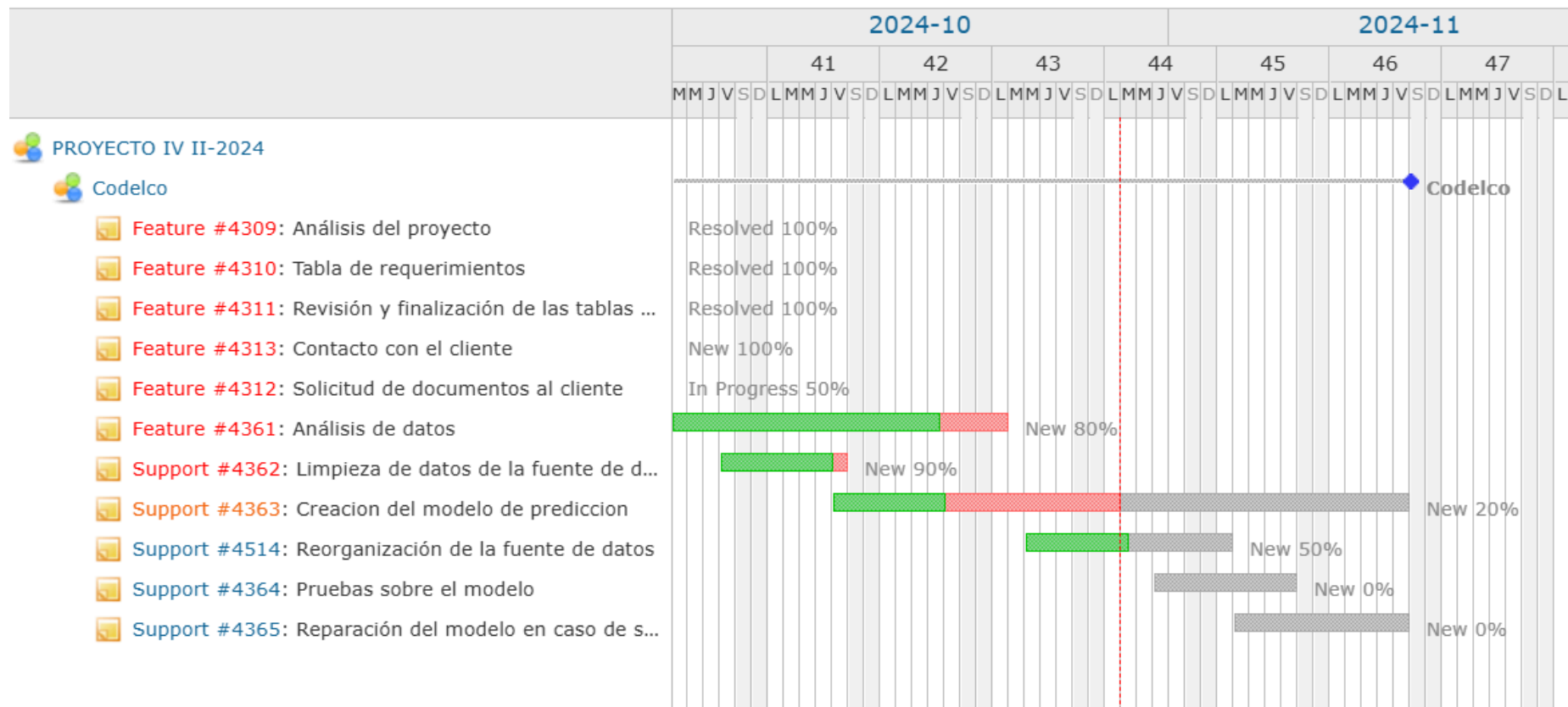


Figura 4: Carta gantt



## VII. Modelo de contexto

En el siguiente diagrama se explicará el funcionamiento del sistema, se obtiene la fuente de datos, se realizan los análisis correspondientes, se pasan los datos por el modelo de predicción y se genera la alerta para el operador.

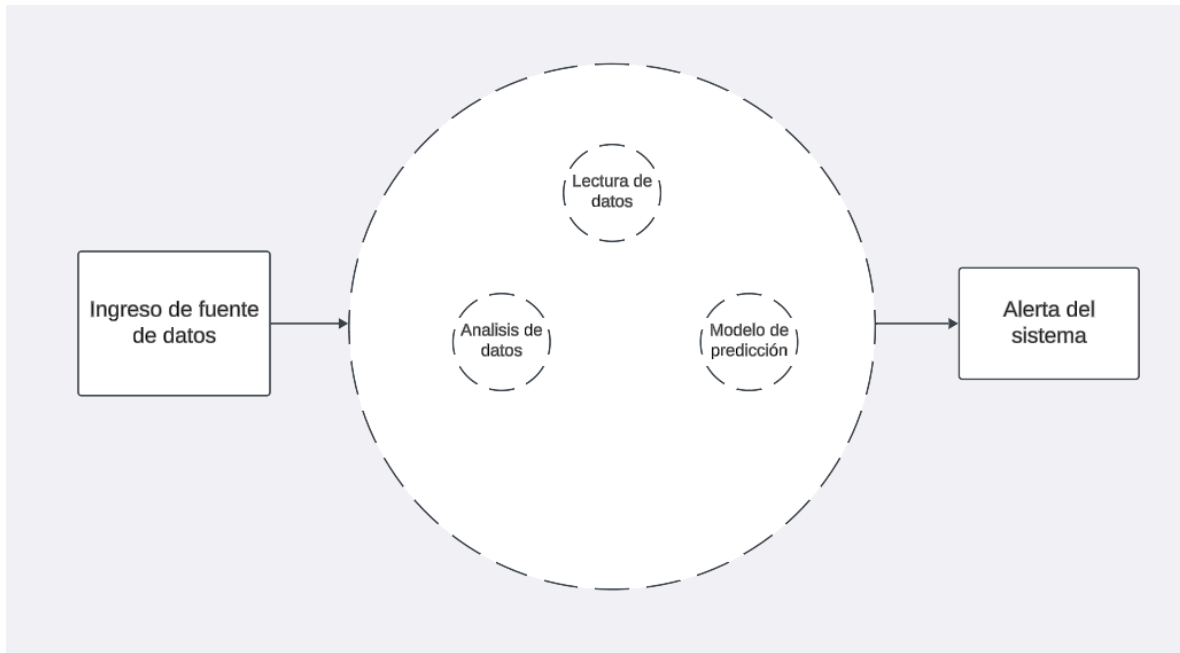


Figura 5: Modelo de contexto



### VIII. Diagrama de caso de uso

El siguiente diagrama, presenta el funcionamiento del modelo, se obtienen datos desde una fuente de datos, los cuales serán leídos y analizados por el sistema, además tenemos al jefe de turno, quien es el que ingresa los datos necesarios para generar al operador mejor calificado para el turno.

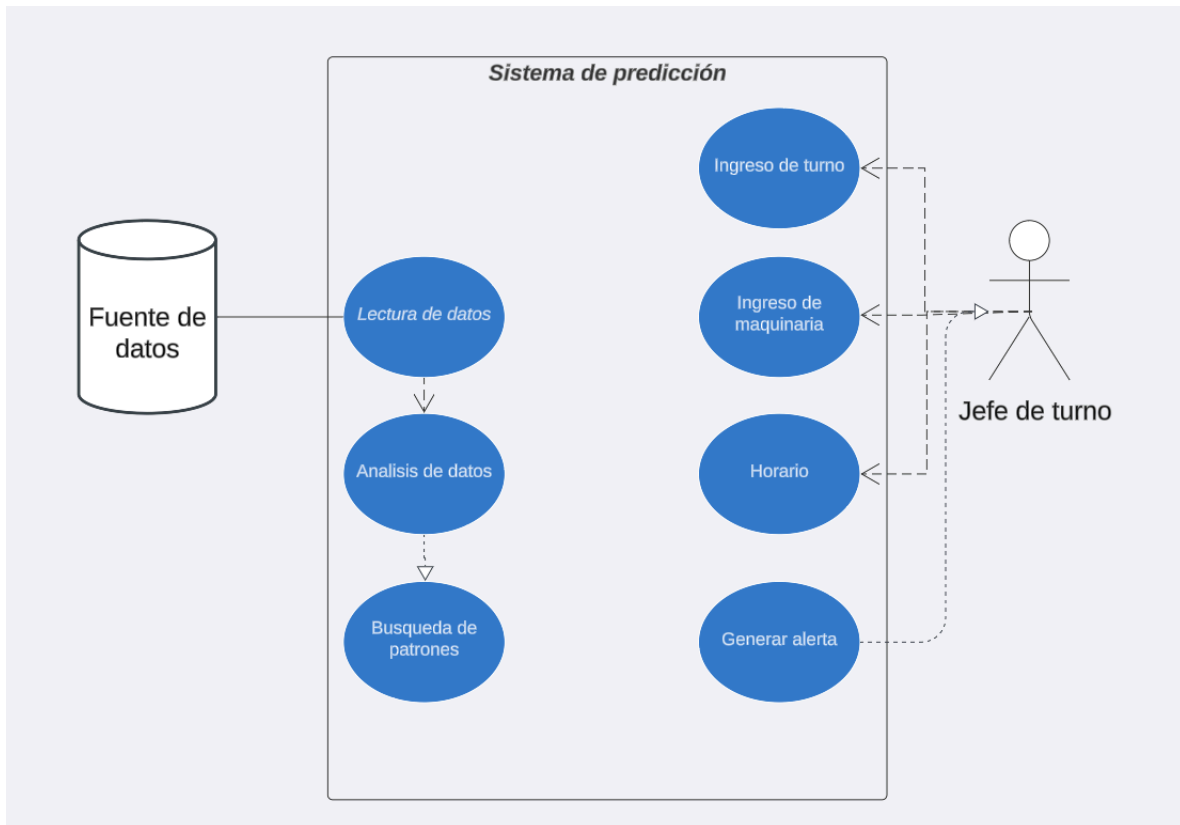


Figura 6: Diagrama de caso de uso



## IX. Herramientas a utilizar en la implementación

Para la limpieza de datos se utilizará Pandas, con esta herramienta también realizaremos el análisis de los datos, mediante tablas estadísticas y podremos eliminar los datos nulos dentro de la base de datos entregada por el cliente, con esta misma herramienta uniremos los datos de las distintas fuentes de datos.

En la siguiente imagen podemos ver la cantidad de nulos que posee la base de datos, estos datos corresponden a los identificadores de los trabajadores.

```
[ ] #Imprimir valores nulos  
print(julio.isnull().sum())
```

```
↵ created_at      0  
equipment_name  0  
eve            0  
operator_id    25390  
hutc          0  
futc          0  
dtype: int64
```

```
[ ] import pandas as pd
```

```
filas_con_nulos = julio[julio['operator_id'].isnull()]
```

```
# Esto te devuelve las filas donde la columna 'columna' tiene valores nulos  
print(filas_con_nulos)
```

```
↵
```

	created_at	equipment_name	eve	operator_id	hutc	futc
12	01-07-2024 8:35	C332	NPD	NaN	123551	10724
30	01-07-2024 8:36	C332	NPD	NaN	123655	10724
50	01-07-2024 8:37	C332	NPD	NaN	123759	10724
71	01-07-2024 8:39	C332	NPD	NaN	123903	10724
86	01-07-2024 8:39	C332	OFF	NaN	123949	10724
...	...	...	...	...	...	...
751828	17-07-2024 9:45	C349	NPD	NaN	134302	170724
751829	17-07-2024 9:45	C349	NPD	NaN	134406	170724
751830	17-07-2024 9:45	C349	NPD	NaN	134510	170724
751851	17-07-2024 9:46	C349	NPD	NaN	134614	170724
751869	17-07-2024 9:47	C349	NPD	NaN	134718	170724

```
[25390 rows x 6 columns]
```

Figura 7: datos nulos de la base de datos



Se analizan también los datos de fatiga, cabeceo y alerta de ambos casos que se produce en los trabajadores, dentro de la fuente de datos, esto se puede ver en la figura n°8.

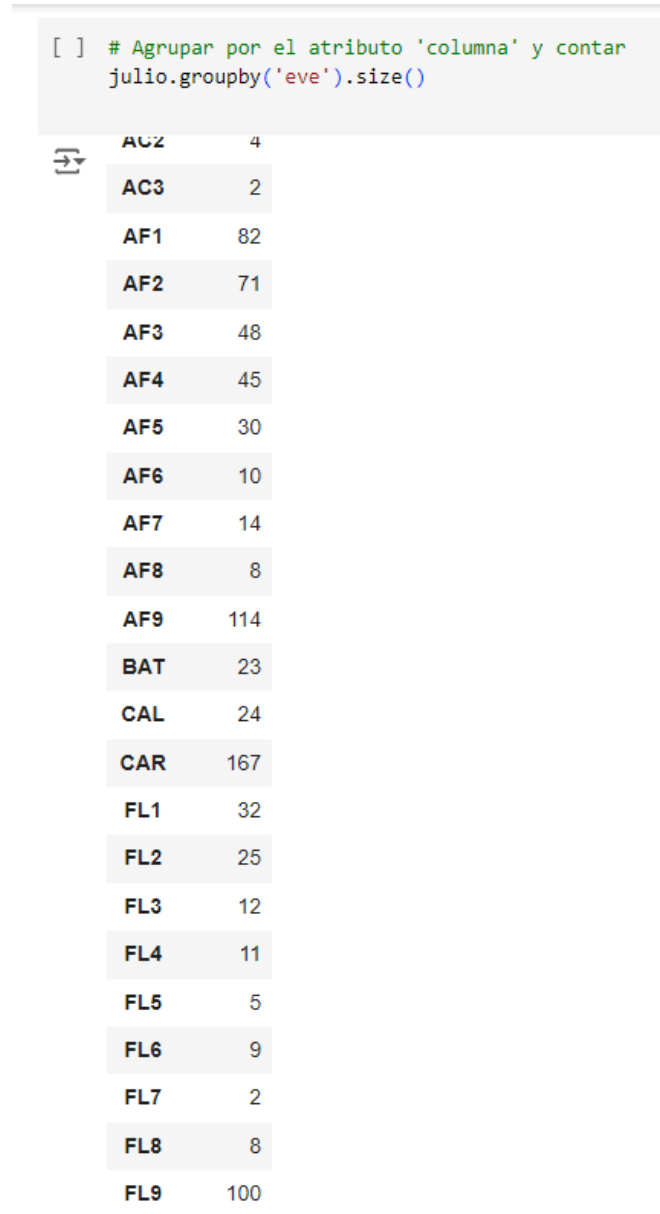


Figura 8: datos de fatiga y cabeceo.





## X. Alcance del producto a desarrollar

El alcance del proyecto se inicia con la predicción de los meses de junio, julio y agosto, para luego ser utilizado con los datos de los siguientes meses, lo ideal para el alcance del producto es iniciar en la división de Codelco Ministro Hales, pero podría llegar a las demás mineras para cuidar a los trabajadores.

## XI. Modelo BPMN

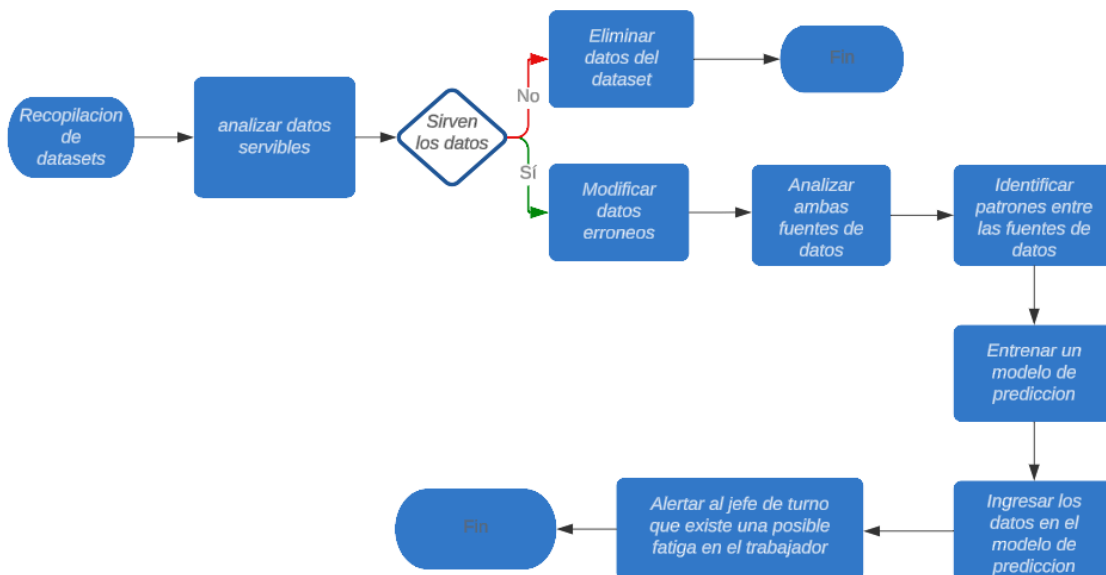


Figura 9: modelo BPMN



## XII. Conclusión

El presente informe presenta la creación del modelo de predicción para la minera ministro Hales, tomando en cuenta el análisis de los datos entregados por distintas fuentes de datos sobre los operadores de la empresa, estos datos fueron analizados mediante la herramienta pandas en la cual pudimos rescatar los datos más importantes y eliminar los datos no relevantes para el proyecto, se busca algún patrón dentro de estos datos, los que nos puedan proporcionar en qué horario y con qué frecuencia se hace presente la fatiga en los trabajadores.