

# Full Potential (indicadores y metas)

## Codeico 2021







## ÍNDICE

# 01. Prólogo

Pág. 00 - 00

# 02. Introducción

Pág. 00 - 00

- 2.1 Contexto
- 2.2 ¿Qué es el *full potential*?
- 2.3 Etapas de un *full potential*

# 03. Capacidades de diseño por fases

Pág. 00 - 00

- 3.1 Capacidades de diseño por fases
- 3.2 Fuentes de información

# 04. *Full Potential* en nuestras divisiones

Pág. 00 - 00

4.0 Marco teórico

**Radomiro Tomic** Pág. 00

- 4.1.1 Introducción
- 4.1.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.1.3 Árboles de KPIs
- 4.1.4 Análisis equipos
- 4.1.5 Proceso cuello de botella

**Ministro Hales**

Pág. 00

- 4.2.1 Introducción
- 4.2.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.2.3 Árboles de KPIs
- 4.2.4 Análisis equipos
- 4.2.5 Proceso cuello de botella

**Chuquicamata**

Pág. 00

- 4.4.1 Introducción
- 4.4.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.4.3 Árboles de KPIs
- 4.4.4 Análisis equipos
- 4.4.5 Proceso cuello de botella

**Andina**

Pág. 00

- 4.6.1 Introducción
- 4.6.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.6.3 Árboles de KPIs
- 4.6.5 Análisis Equipos
- 4.6.6 Proceso Cuello de Botella

**Gabriela Mistral**

Pág. 00

- 4.3.1 Introducción
- 4.3.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.3.3 Árboles de KPIs
- 4.3.4 Análisis equipos
- 4.3.5 Proceso cuello de botella

**El Teniente**

Pág. 00

- 4.5.1 Introducción
- 4.5.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.5.3 Árboles de KPIs
- 4.5.4 Análisis equipos
- 4.5.5 Proceso cuello de botella

**Salvador**

Pág. 00

- 4.7.1 Introducción
- 4.7.2 Diagrama del Flujo del Proceso
- 4.7.3 Árboles de KPIs
- 4.7.4 Análisis Equipos
- 4.7.5 Proceso Cuello de Botella

# 05. Conclusiones generales

**Pág. 00 - 00**

## PRÓLOGO

### OCTAVIO ARANEDA OSÉS

Presidente ejecutivo

La contingencia sanitaria global producto de la pandemia del COVID-19, que afectó fuertemente a nuestro país y al mundo durante el año 2020, nos ha reafirmado la importancia de solidificar una Corporación única con un propósito común para asegurar el cumplimiento de nuestro compromiso con Chile. Propósito que se enmarca en nuestra estrategia de transformación.

Un trabajo colaborativo y participativo en que todo Codelco avance en función de un objetivo compartido se hace vital para que nuestras metas se cumplan, y es por esta razón es que en estas páginas se busca graficar en detalle el proceso de *full potential* (indicadores y metas) que llevaron a cabo las distintas divisiones y sus trabajadores(as) en la búsqueda de alcanzar la excelencia operacional bajo el sistema de gestión C+

Desde sus comienzos en Codelco, la metodología C + ha buscado establecer las prácticas más adecuadas para ir en búsqueda de mejoras y capturas de valor de forma sostenible, permitiéndonos alcanzar el máximo potencial en cada

uno de nuestros centros de trabajo y los resultados 2020 nos confirman que vamos por buen camino. Logramos superar la producción del año anterior y generar US\$ 2.078 millones en excedentes para Chile y sus ciudadanos.

Y hoy aspiramos a más en cuanto a nuestro sistema de gestión. Queremos lograr que Codelco sea un referente a nivel industria. Contaremos con un único modelo C+ tanto en operaciones como en proyectos. Respecto a los recursos mineros y desarrollo, la excelencia operacional se concentrará en conseguir la adherencia a los planes mineros, implementar procesos estandarizados con las operaciones y establecer una triada entre los gerentes generales, los de Operaciones y los de Recursos Mineros y Desarrollo.

Nuestro compromiso es acelerar y profundizar la transformación. Queremos llegar a los US\$ 1.600 millones adicionales en excedentes en 2024, sobre la base de lo generado en 2018, como parte de las aspiraciones de la estrategia. Para esto se debe sostener en el tiempo los actuales logros e innovar y crear soluciones nuevas para alcanzar los límites técnicos, y la continuidad operacional de nuestras plantas.



## MAURICIO BARRAZA GALLARDO

Vicepresidente de operaciones Centro Sur

La estrategia de Codelco nos plantea trabajar por metas desafiantes en busca de la transformación. Eso significa ser capaces de maximizar el valor de la compañía y ser eficientes. Porque necesitamos para transformarnos mantener el rol de la empresa de todos(as) los(as) chilenos(as), una empresa que genere excedentes al Estado y a su vez, debemos ser competitivos de tal manera de ser capaces de autofinanciarnos y prolongar nuestras operaciones en el largo plazo.

Nosotros(as) tenemos una historia y nuestra gente la reconoce. Pero hay parte de esa historia que tenemos que cambiar. Nosotros la historia la revisamos, la valoramos, pero para construir el futuro hay que reescribir algunos capítulos y son las personas quienes pueden hacerlo, no las tecnologías o los equipos. Son los trabajadores(as) los que son la base fundamental de este cambio.

Debemos motivarnos a ejercer un rol más desafiante que nos permita capturar más valor de los activos que tenemos hoy día y es aquí donde el Sistema de Gestión C+ nos entrega las herramientas para hacerlo.

C+ y su práctica *full potential* (indicadores y metas) nos ayudan a habilitar la captura de valor relevante para la estrategia de Codelco al identificar las brechas y palancas con mayor potencial y gestionar los planes de implementación tácticos (PITs) construidos a partir de estas.

Y hoy hemos plasmado en las páginas de este libro como llevamos a la práctica lo que la teoría nos indicaba, como a través del proceso de *full potential* logramos una mayor integración a nivel corporativo, en donde han participado todas las divisiones de Codelco y sus equipos de trabajo bajo la supervisión de las direcciones de Excelencia Operacional.

Es un trabajo minucioso y de calidad que nos llena de orgullo y que nos lleva a aspirar que la implementación del C+ en todo Codelco fue a base de que tuvimos la capacidad de hacer los cambios culturales necesarios para avanzar como una empresa eficiente y segura, donde el valor y el respeto hacia las personas es lo más importante.



## INTRODUCCIÓN

### CONTEXTO

La estrategia de Codelco se basa en maximizar la rentabilidad del negocio a través de incrementar las capturas de valor y disminuir el costo de sus inversiones. En esa línea, la Corporación debe transformarse para alcanzar el compromiso adquirido con Chile: mejorar sus excedentes en US\$ 1.000 millones por año, a partir del año 2021.

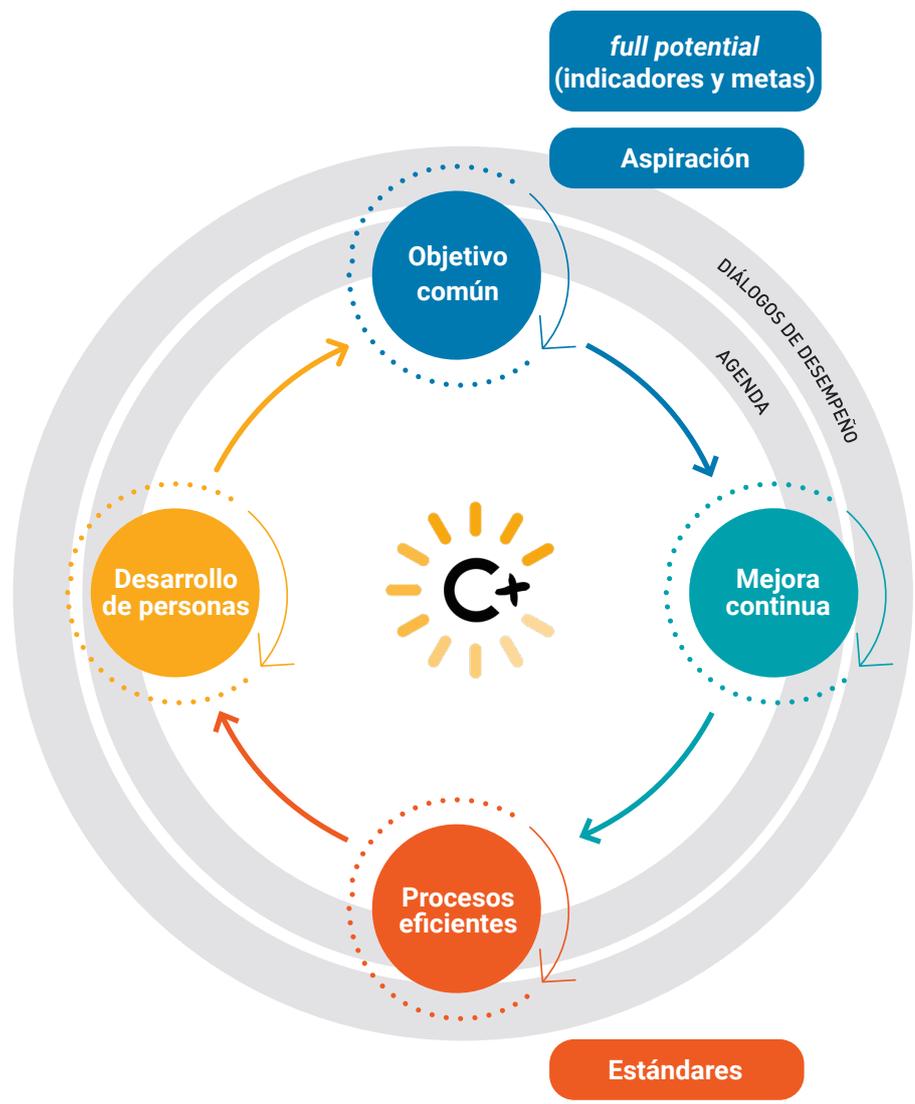
Para lograrlo se buscaron y establecieron tres focos de valor en una nueva estrategia de negocio: Excelencia en Proyectos, Recursos y Reservas y Excelencia en Operaciones; este último con un potencial de captura del 90% del total anual esperado.

Por esto alcanzar la excelencia en mantenimiento, abastecimiento y operaciones es crucial para realizar ese aporte, y el **sistema de gestión C+** ha sido nombrado el habilitador formal de estas tres líneas de acción.

Bajo esta premisa, la Excelencia Operacional hoy juega un papel fundamental para Codelco, porque no sólo busca desplegar un sistema de gestión único, sino también su maduración y adaptación orgánica en todos los equipos de trabajo de la Corporación, tanto corporativos como divisionales.

**C+ es el sistema de gestión** que nos ayuda a trabajar en equipo, recoger información valiosa de trabajadores y trabajadoras, generar diagnósticos profundos, ordenar prioridades, encontrar soluciones efectivas, y responder en tiempo y forma.

- Feedback o retroalimentación
- Desarrollo del rol
- Talento al valor
- Confirmación del rol
- Confirmación del proceso



- Conectar la estrategia a objetivos y propósitos significativos.
- Desarrollar a las personas para que se empoderen y contribuyan desde su máximo potencial.
- Descubrir mejores formas de trabajar.
- Entregar eficientemente lo que el cliente quiere.

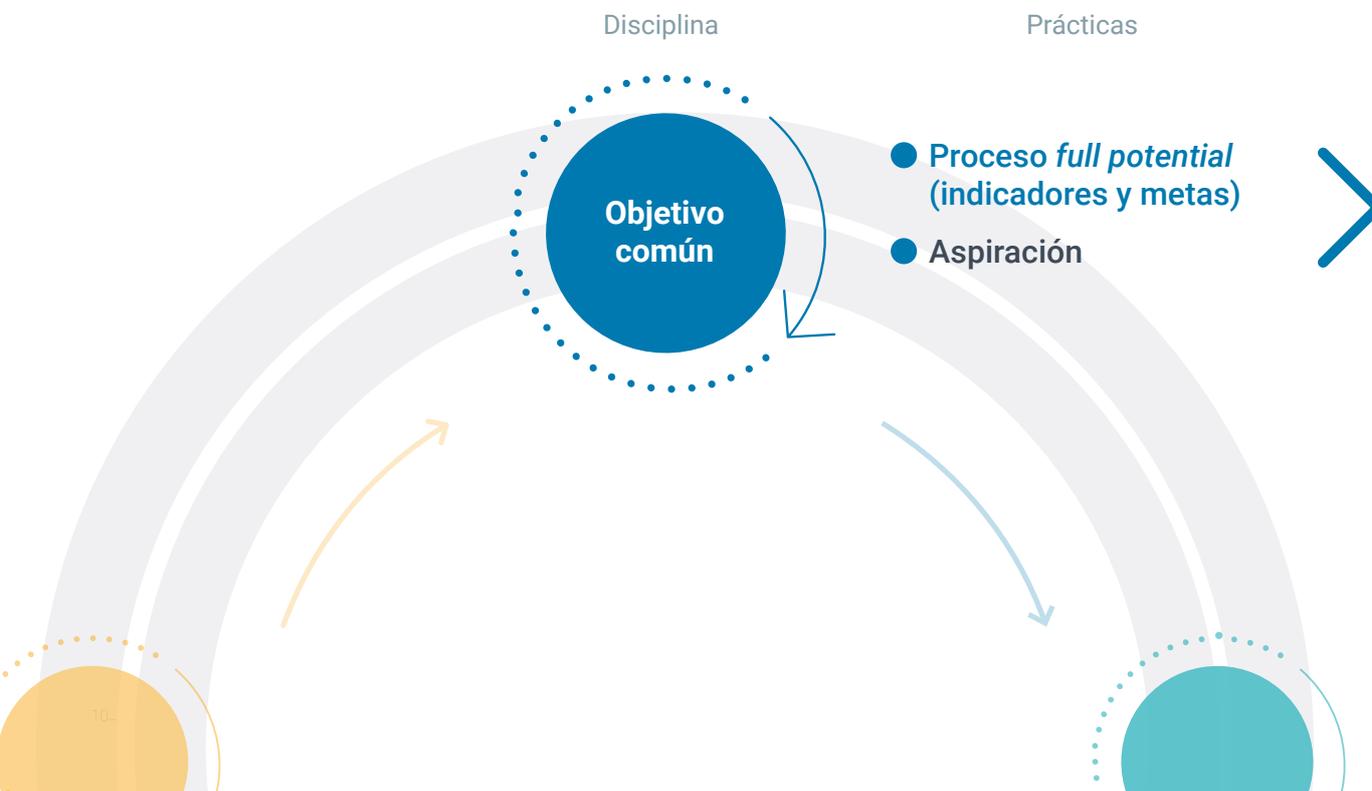
En las próximas páginas se buscará describir de manera detallada el *full potential* (indicadores y metas), práctica del Objetivo Común que es la primera disciplina que compone el Sistema de Gestión C +.

### Objetivo común

Busca que toda la organización trabaje en función de un mismo objetivo compartido.

Esta disciplina conecta las metas de cada trabajador(a) de su ámbito de gestión, con las metas del área, las metas de la división, hasta las metas estratégicas de la Corporación, y cómo desde su rol aporta a la aspiración.

## ¿QUÉ ES EL *FULL POTENTIAL*?



El propósito del Proceso *full potential* es habilitar la captura de valor, **relevante para la estrategia de Codelco**, a través de un proceso definido y estandarizado que permite: identificar las brechas y palancas con mayor potencial de captura, recoger las mejores práctica locales y del mercado, y gestionar los planes de implementación tácticos (PITs) construidos a partir de las palancas levantadas.

Se debe generar al menos 2 veces al año, de forma de **desafiar continuamente nuestros procesos**, a través de acciones concretas.

## OBJETIVO PRINCIPAL:

---

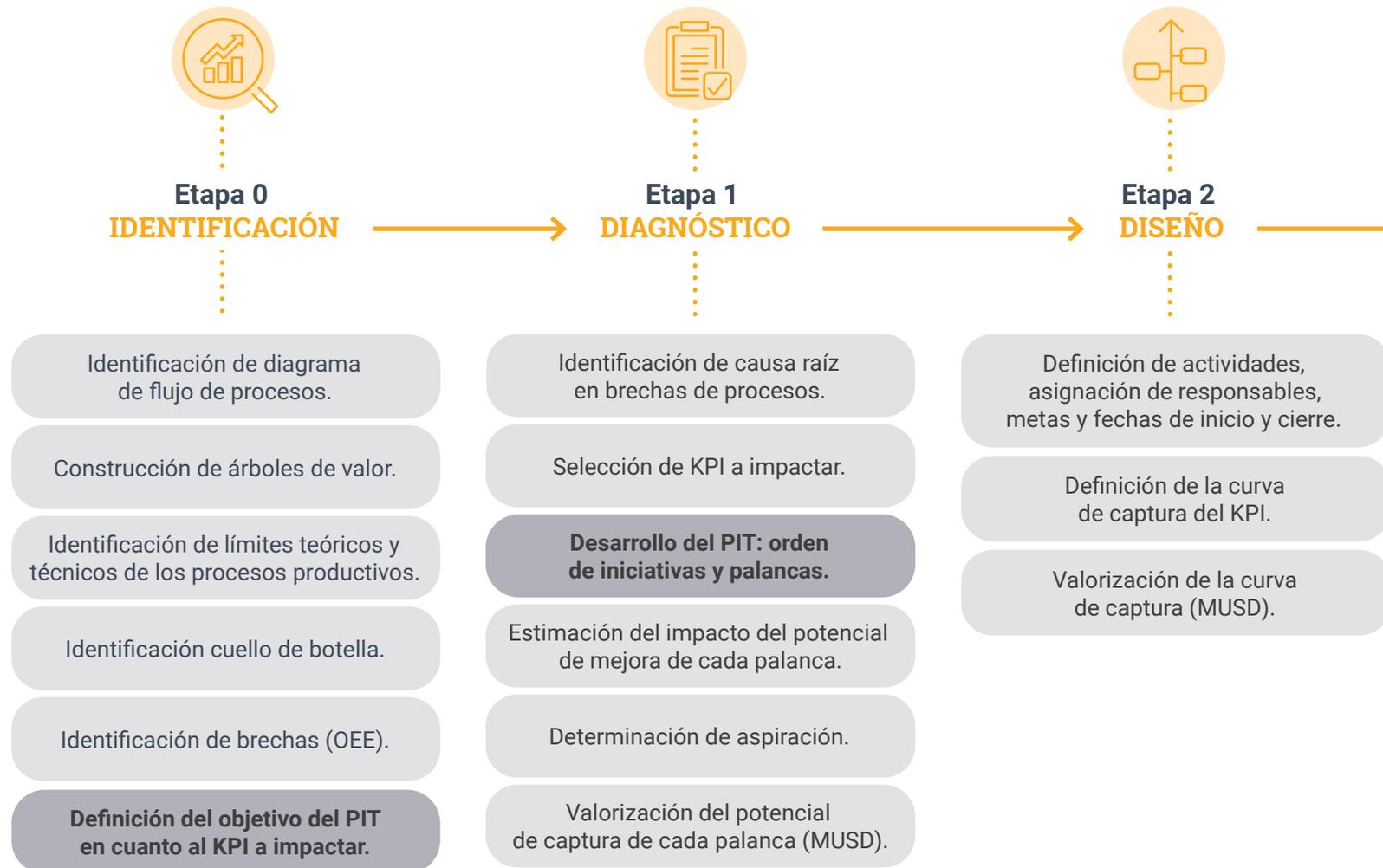
Consolidar un proceso definido y estandarizado que:

- Sea capaz de recoger las mejores prácticas locales y del mercado.
- Permita a las divisiones identificar brechas en sus procesos productivos y levantar palancas que apunten al cierre de estas.
- Ayude a configurar PITs que agrupen estas palancas y sean gestionables.

**Así aseguraremos las capturas de valor en el proceso de la Estrategia de Codelco.**

---

## ETAPAS DE UN FULL POTENTIAL



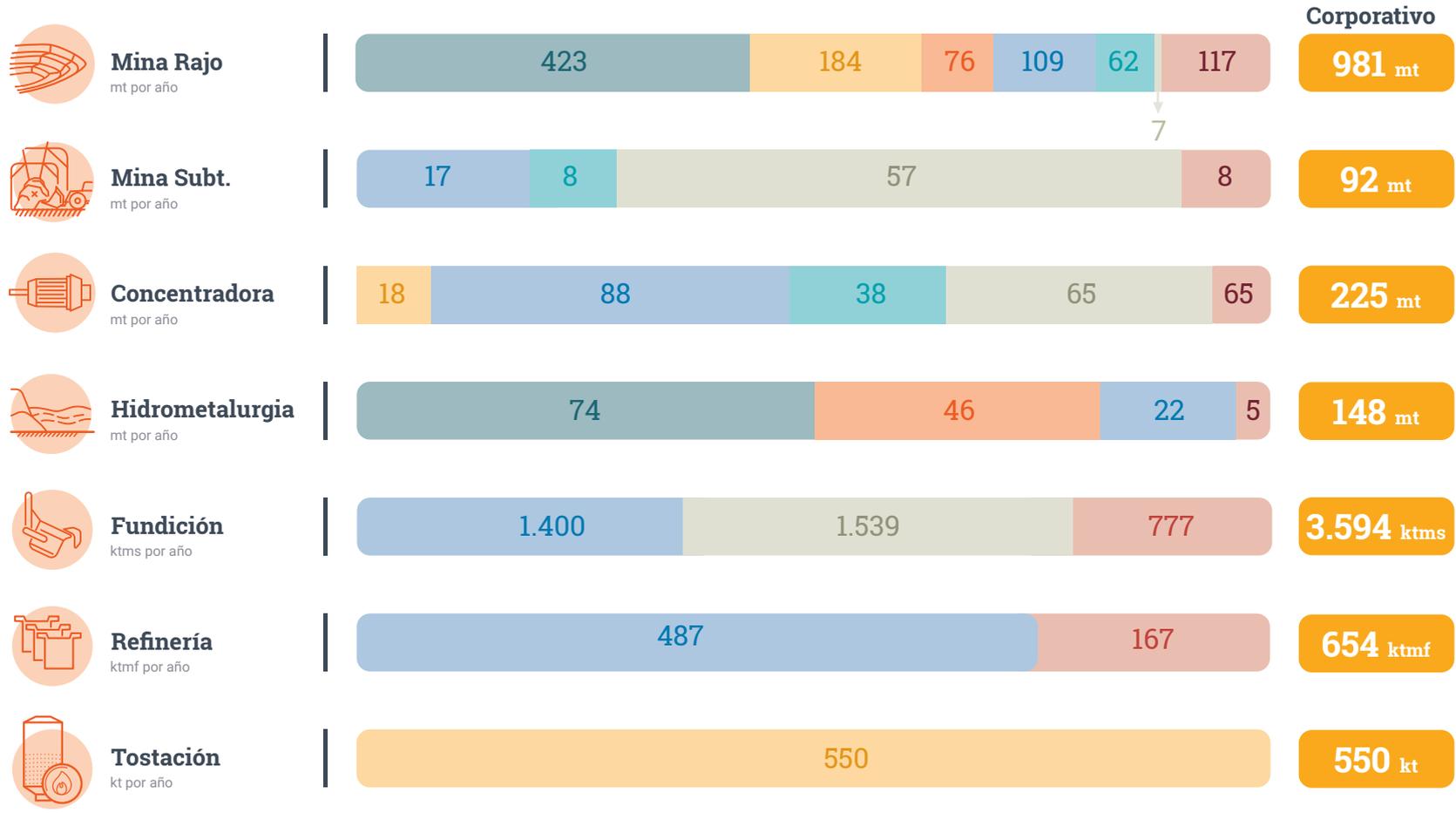


## CAPACIDADES DE DISEÑO POR FASES

**Identificar correctamente las capacidades de diseño de cada una de las fases operacionales** de las divisiones es fundamental para la estrategia de Codelco, ya que a través de su reconocimiento es factible **detectar las brechas que impactan los procesos productivos en su desempeño real.**

Y es la Excelencia Operacional quien entrega a los equipos de **trabajo las herramientas y prácticas de la metodología C+ que permiten disminuir estas brechas a través de la mejora continua** con el objetivo de alcanzar el valor comprometido en cada uno de los centros de trabajo.

La siguiente tabla entrega un resumen detallado de las capacidades de diseño de cada fase por división de Codelco, **horizonte al cual debe aspirar la Excelencia Operacional en búsqueda de la captura de valor comprometida.**



**Leyenda**

- Radomiro Tomic
- Ministro Hales
- Gabriela Mistral
- Chuquicamata
- El Teniente
- Andina
- Salvador

## Fuentes de información capacidad de diseño por fases

### Radomiro Tomic

- Mina rajo: límite técnico del proceso de transporte flota propia.
- Hidrometalurgia: límite técnico del proceso de apilamiento.

### Ministro Hales

- Mina Rajo: límite técnico del proceso de transporte flota propia.
- Concentradora: capacidad de diseño del proyecto concentradora.
- Tostación: capacidad de diseño, (sujeto a calidad de concentrado).

### Gabriela Mistral

- Mina rajo: presupuesto 2021 de control de gestión.
- Hidrometalurgia: capacidad de diseño del proceso de apilamiento.

### Chuquicamata

- Mina rajo: límite técnico del proceso de transporte.
- Mina subterránea: límite técnico del proceso de chancado.
- Concentradora: límite técnico del proceso de molienda.
- Hidrometalurgia: límite técnico del proceso de apilamiento.
- Fundición: informe Técnico, Informe de integración de procesos. Caso 1.400 ktpa.
- Refinería: presupuesto 2021 de control de gestión.

### El Teniente

- Mina rajo: límite técnico del proceso de transporte Teniente nivel 5.
- Mina subterránea: límite técnico del proceso de transporte Teniente nivel 8.
- Concentradora: Límite técnico procesos de Flotación.
- Fundición: límite técnico del proceso FUCO.

### Andina

- Mina rajo: presupuesto 2021 de Control de gestión.
- Mina subterránea: presupuesto 2021 de control de gestión.
- Concentradora: capacidad de diseño, considera suma total de capacidades de moliendas.

### Salvador

- Mina rajo: límite técnico del proceso de transporte con proyecto Rajo Inca.
- Mina subterránea: límite técnico del proceso de extracción.
- Concentradora: límite técnico del proceso de molienda.
- Hidrometalurgia: límite técnico del proceso de apilamiento.
- Fundición: límite técnico del proceso de planta de escorias.
- Refinería: presupuesto 2021 de control de gestión.

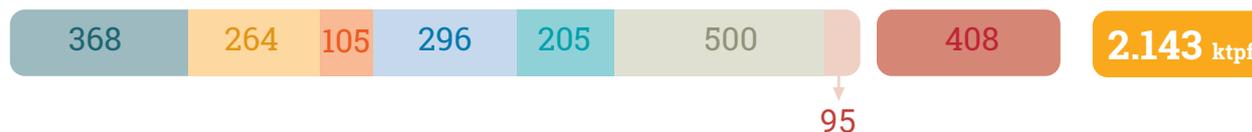
### Ventanas

- Refinería: presupuesto 2021 de Control de gestión.
- Tostación: presupuesto 2021 de Control de gestión.
- Cobre nuevo: presupuesto 2021 de control de gestión.

## Cobre nuevo



**Cobre nuevo**  
ktpf por año



### Leyenda

- Radomiro Tomic
- Ministro Hales
- Gabriela Mistral
- Chuquicamata
- El Teniente
- Andina
- Salvador
- Ventanas

## Fuentes de información Cobre nuevo

### Radomiro Tomic

- Presupuesto 2021 de control de gestión.

### Ministro Hales

- Según capacidad de diseño planta.

### Gabriela Mistral

- Según capacidad de diseño planta.

### Chuquicamata

- Presupuesto 2021 de control de gestión.

### El Teniente

- Aspiración 2021.

### Andina

- Presupuesto 2021 de control de gestión.

### Salvador

- Compromiso de Valor Proyecto Rajo Inca. Plan de Transformación División Salvador.

### Ventanas

- Presupuesto 2021 de control de gestión.





*— FULL POTENTIAL*  
**EN NUESTRAS DIVISIONES**

## MARCO TEÓRICO

---

**Árbol de valor:** permite identificar los indicadores accionables para la mejora de un proceso a través de palancas operacionales. Se debe descomponer cada proceso en variables que afectan su disponibilidad, utilización en base disponible y rendimiento.

**Indicadores cuantitativos:** son indicadores que se relacionan de manera directa con los cuantitativos que describen cierta condición operacional, por ejemplo estándares o rutinas.

**Indicadores cualitativos:** son indicadores que se relacionan de manera directa con los cuantitativos, pero son difíciles de modelar.

**Capacidad de Diseño:** capacidad de tratamiento o producción de un equipo, máquina o instalación en base a su disponibilidad, utilización y rendimiento de diseño. Este valor es definido por el fabricante o por el proyecto asociado al proceso respectivo.

El valor de diseño es la condición máxima de operación, que es exigible a un equipo o instalación, para operación continua, y no se requiere agregar ningún otro factor de capacidad en su diseño.

**Diagrama de procesos:** permite comprender cómo interaccionan los procesos de la fase productiva.

**Límite teórico:** producción de diseño de un equipo productivo por el tiempo nominal (normalmente 24 horas). No considera actividades propias de la operación.

**Límite técnico:** corresponde a la máxima producción que puede entregar un equipo o sistema de forma sostenible según sus condiciones operacionales. Para alcanzarla, se requiere una ejecución perfecta de todas las actividades de planificación, operación y mantenimiento.

**Línea base:** valor real de producción obtenida en el periodo de análisis.

**Cuellos de botella:** el cuello de botella es aquel proceso (activo) que restringe la producción real de un sistema, incrementa los tiempos de espera y reduce la productividad global, afectando los costos del producto final.

**Pérdidas aguas arriba:** restricciones de procesamiento debido a detenciones operacionales o de mantención en procesos previos al analizado.

**Pérdidas aguas abajo:** restricciones de procesamiento debido a detenciones operacionales o de mantención en procesos posteriores al analizado.

**Pérdidas internas:** pérdidas producidas por detenciones o funcionamiento deficiente del proceso analizado.

**Identificación de brechas (OEE):** *Overall Equipment Effectiveness*

(OEE). Indicador que representa la eficiencia global del equipo.

Corresponde a la relación entre la producción real del equipo (considera las pérdidas por disponibilidad, utilización y rendimiento), respecto a su límite teórico.

$$OEE = \frac{Disp * UEBD * Rend_{eff}}{Rend_{Teo}}$$

**Donde:**

**Disponibilidad:** indicador que mide el porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra disponible para actividades productivas.

**Utilización en base disponible (UEBD):** corresponde al porcentaje de tiempo en que el equipo estuvo siendo utilizado respecto al tiempo disponible.

**Rendimiento efectivo:** indicador del desempeño productivo de un equipo, maquina o instalación obtenida en el tiempo efectivo de operación.

**Rendimiento teórico:** indicador del desempeño productivo de un equipo, maquina o instalación según diseño.



"El proceso *full potential* (indicadores y metas) es el corazón de la Excelencia Operacional, ya que nos permite identificar las brechas que debemos eliminar para lograr el valor comprometido en los proyectos"

Eduardo Molina,  
Director Corporativo de  
Excelencia Operacional

## INTRODUCCIÓN



**Grace Navarrete Condell,**  
Directora de Excelencia Operacional,  
División Radomiro Tomic.

*Full potential* en la División Radomiro Tomic es la herramienta que nos permite identificar nuevas oportunidades de mejora en nuestros procesos, sirviendo como un soporte a la estrategia Divisional y de Codelco.

Su desarrollo fue un trabajo participativo y multidisciplinario en la División, que incorporó a los equipos de Operaciones mina, planta y mantenimiento, Gerencia de Recursos Mineros y la Dirección de Excelencia Operacional, lo que nos permitió enriquecer la relación entre las áreas y generar nuevos aprendizajes.

Esta práctica del Sistema de Gestión C+, nos permitió diagnosticar el avance hacia el cumplimiento de metas, además de complementar y actualizar las palancas definidas en la Corporación para robustecer las iniciativas estratégicas. Además, se ha transformado en una herramienta clave que nos permite identificar nuevas oportunidades de mejora en nuestros procesos.

Para la división se hace cada vez más importante definir y hacer seguimiento a una estrategia en que todos los trabajadores y trabajadoras persigamos un objetivo común y en la que todas las áreas se sientan partícipes de las aspiraciones definidas, para alcanzar así el máximo potencial de cada uno de los equipos de trabajo.





**\_DIVISIÓN RADOMIRO TOMIC**

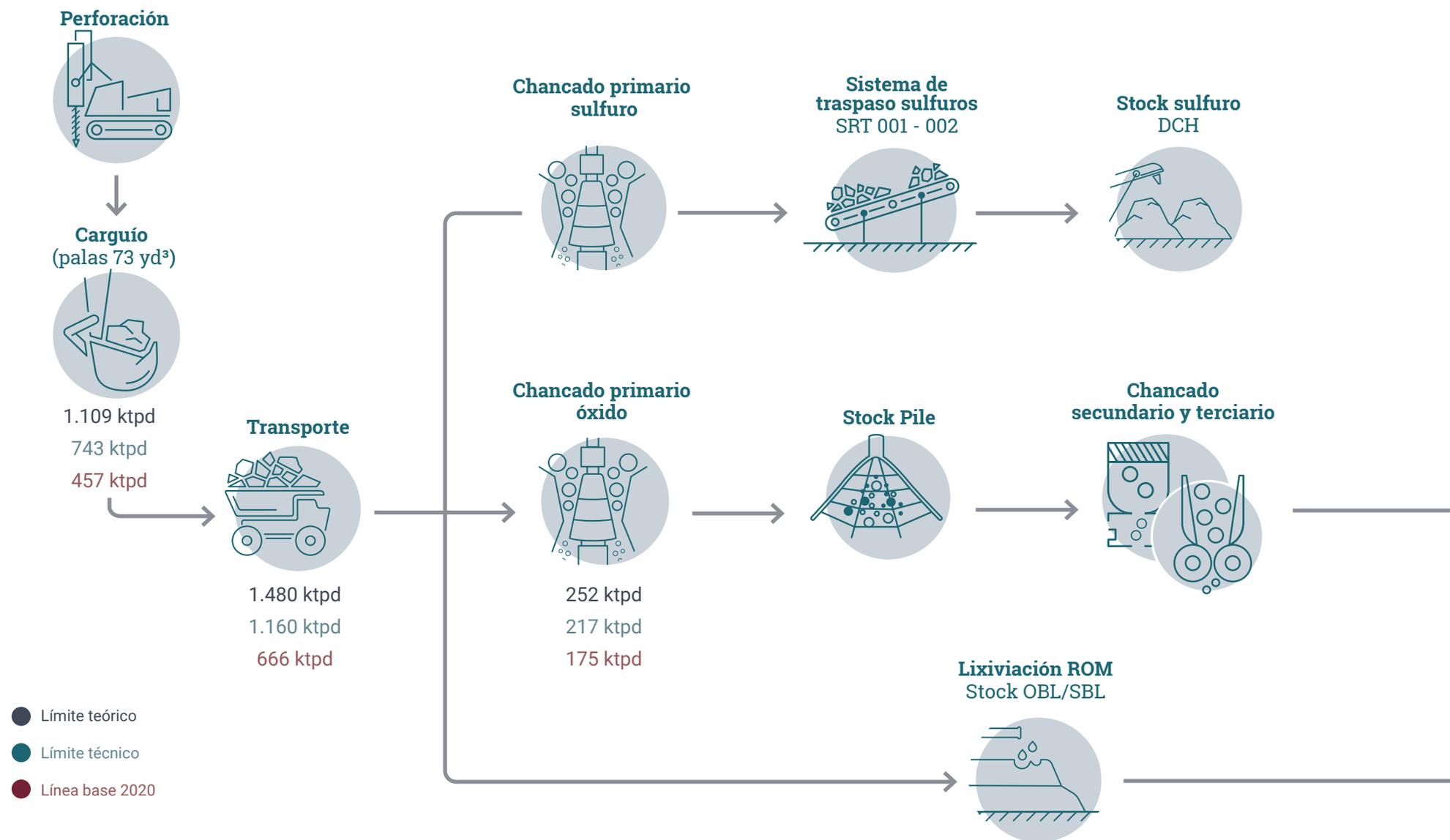


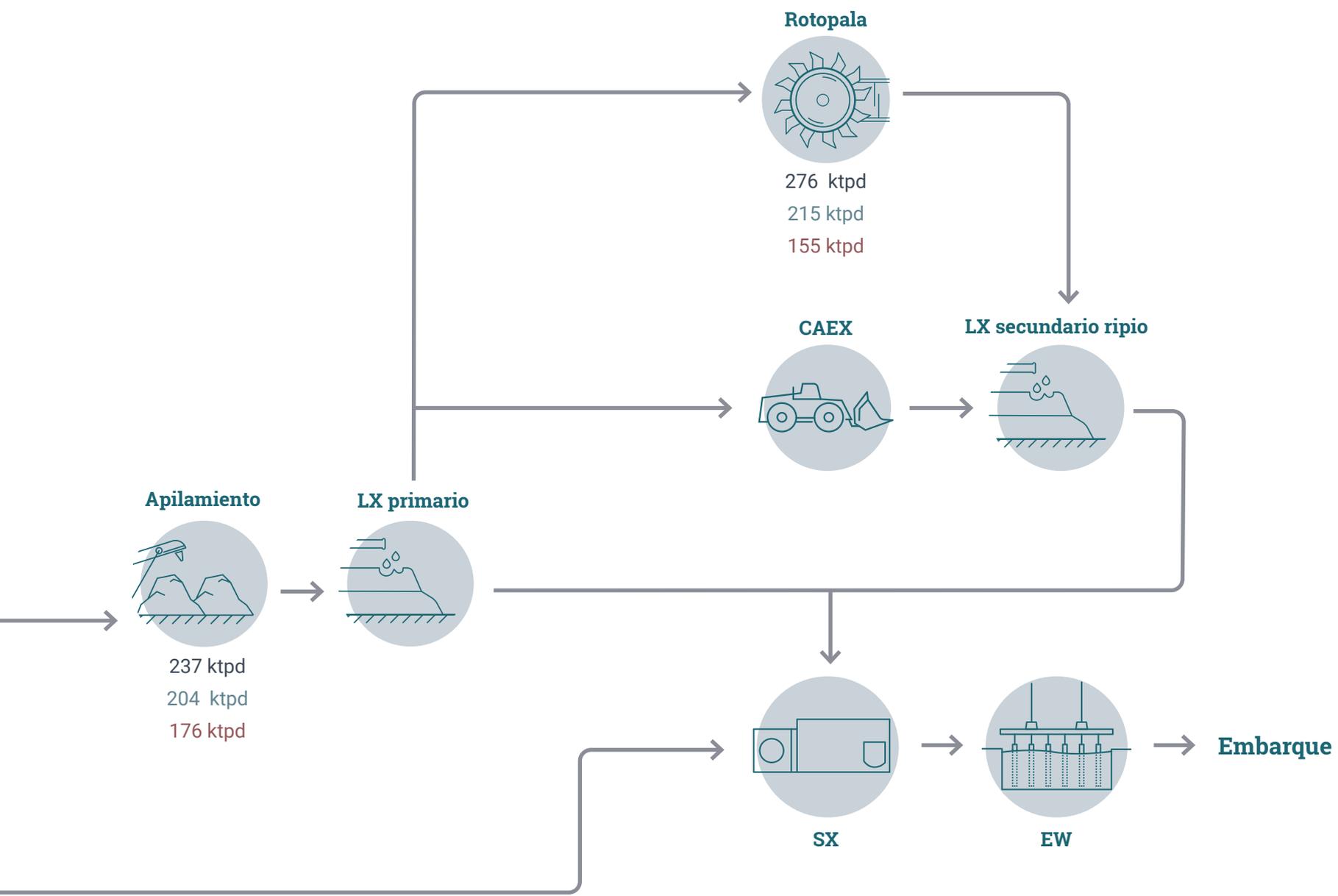
# Diagrama de flujo de procesos

---

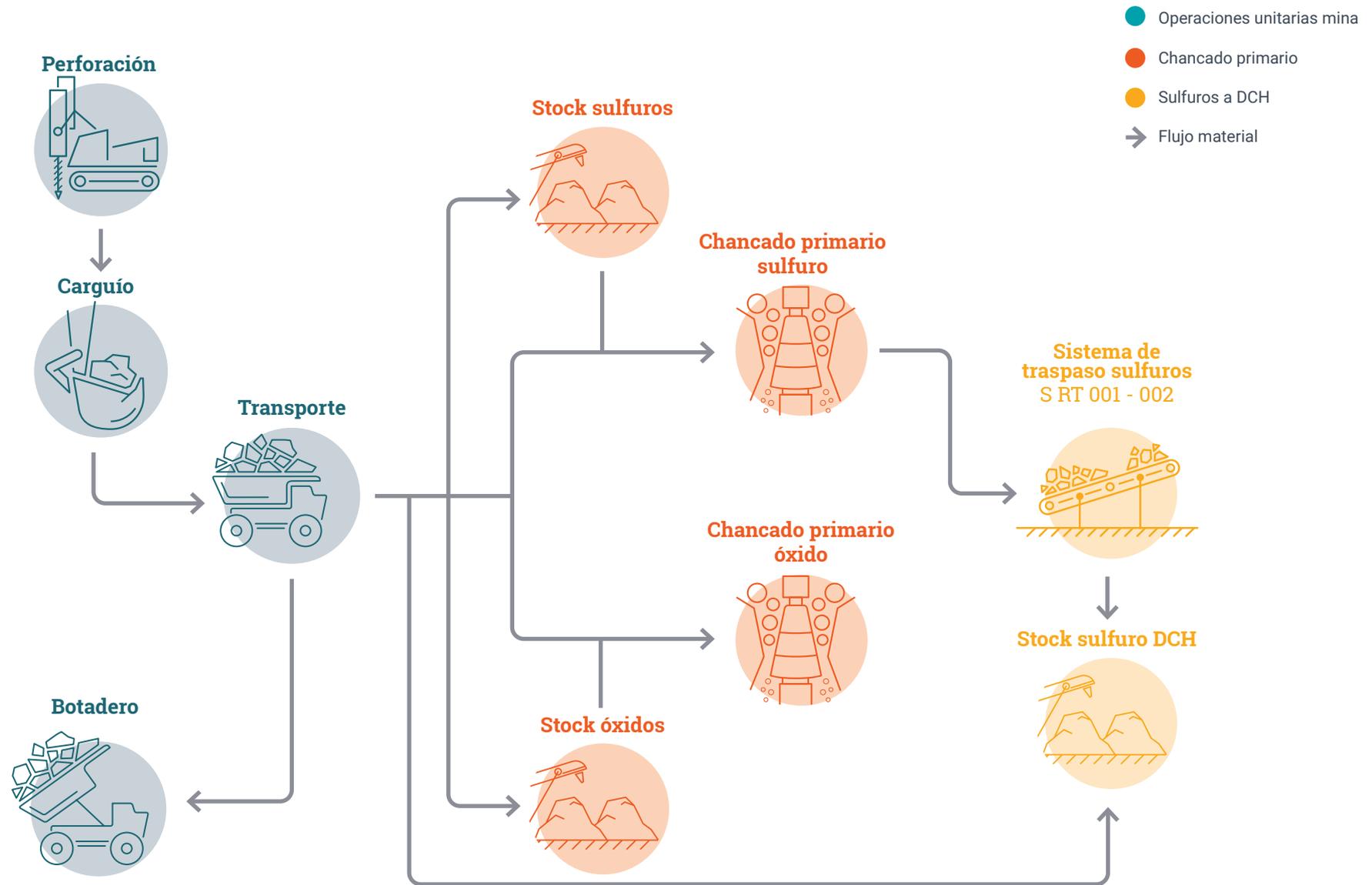
División RadomiroTomic

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Radomiro Tomic

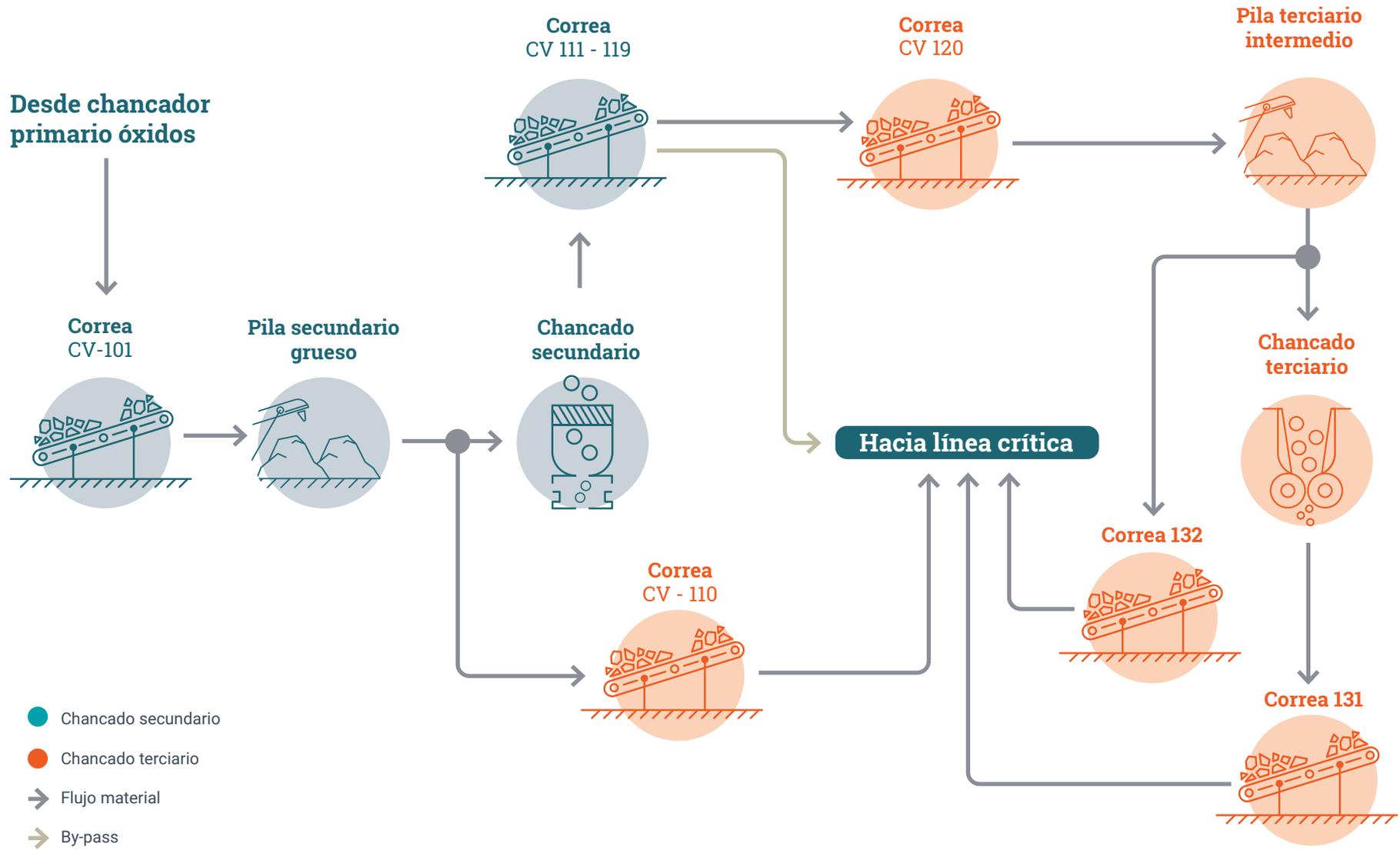




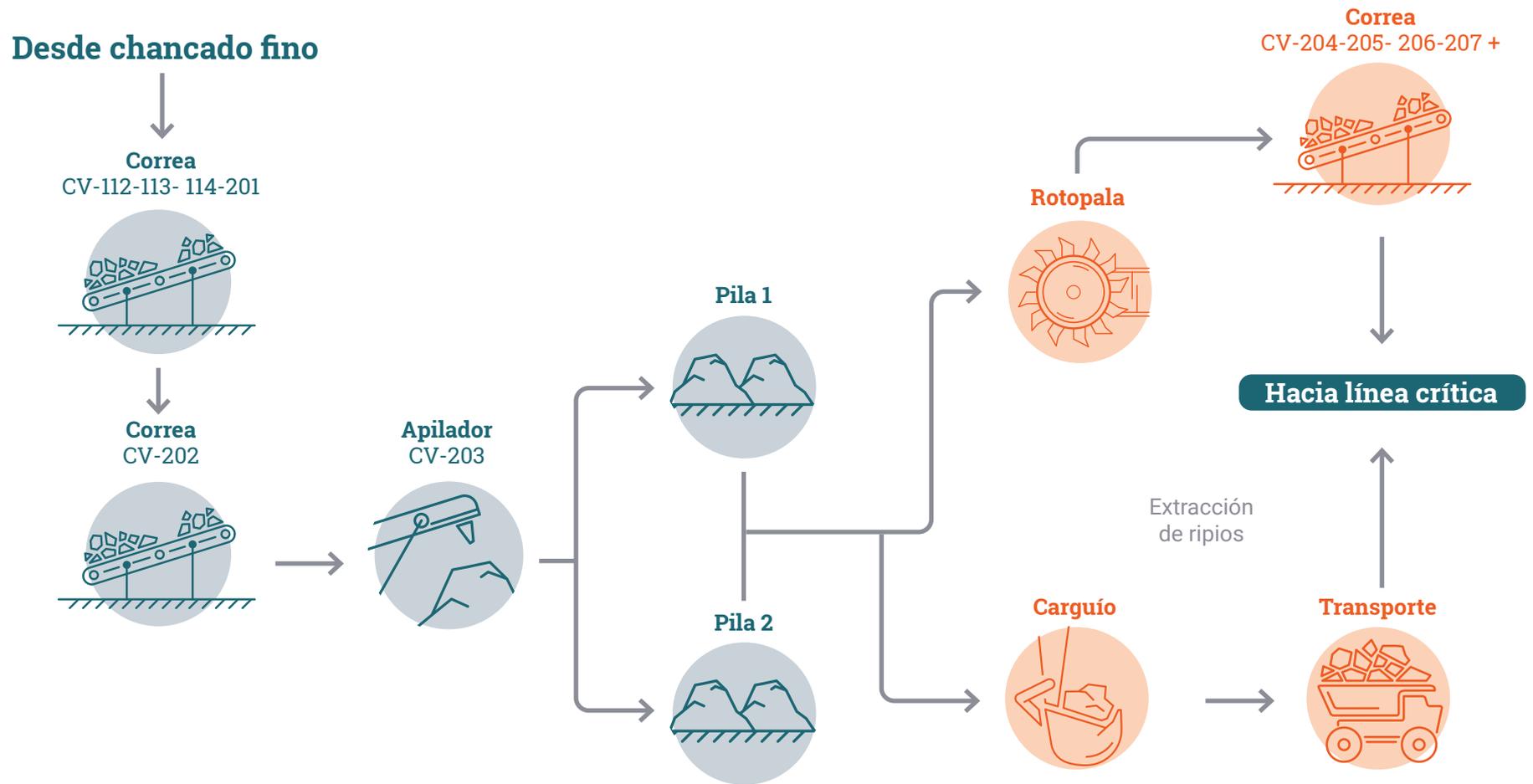
## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Fase Mina – Sulfuros DCH



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Fase Planta - Chancado fino

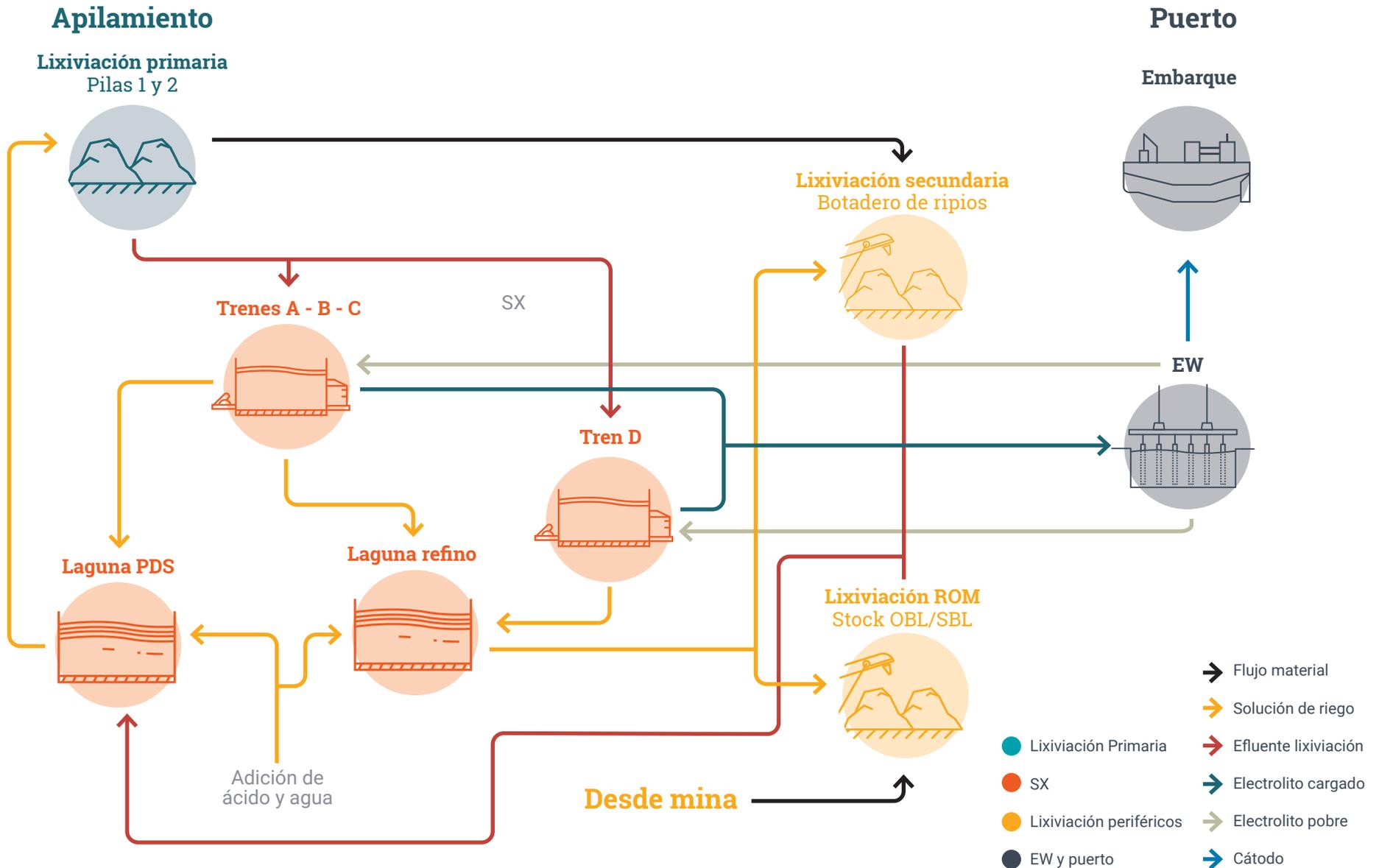


## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Fase Planta – Apilamiento y Ripios



- Apilamiento
- Remoción de ripios
- ➔ Flujo material

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO Fase Planta – Lixiviación y SW – EW



## LÍMITES DE TEÓRICOS Y TÉCNICOS Fase Mina – Planta

Fuentes posibles	Fuentes utilizadas	Criterios considerados
1- Capacidad de diseño	<b>Carguío (palas eléctricas)</b>	<b>Carguío (palas eléctricas)</b>
2- Benchmark externo		<b>L.Teórico:</b> rendimiento considera capacidad de diseño del balde, el match con el tipo Camión de Extracción existente, factor de esponjamiento de 30% y densidad esponjada de 1,99 ton/m3
3- Performance histórica		Disponibilidad y utilización 100%, sin detenciones.
4- Restricciones/ Permisos ambientales	L. Teórico (1)	<b>L.Técnico:</b> rendimiento definido en L.Teórico
5- Cálculo bottom up	L. Técnico (1, 2, 3)	Disponibilidad considera Plan P0-2021. Se define como ejecución perfecta sólo la realización del mantenimiento planificado. (0 correctivo)
6- Benchmark interno u objetivo corporativo		Utilización considera del tiempo disponible de la flota, se descuentan las actividades correspondientes a reservas programadas y el 50% de las pérdidas operacionales (P.O) programadas en "Plan P0-2021" expresadas en % base disponible.
7- Necesidad de la corporación	<b>Transporte</b>	<b>Transporte</b>
	L. Teórico (1)	<b>L.Teórico:</b> considera la capacidad de carga del CAEX, el perfil de transporte del P0-2020 y velocidades a desarrollar, normas de seguridad e interferencias del Plan.
	L. Técnico (1, 2, 3)	Disponibilidad y utilización 100%, sin detenciones. (Promedio de ambas Flotas Komatsu y Liebherr).
		<b>L.Técnico:</b> rendimiento definido en L.Teórico
		Disponibilidad considera Plan P0-2021. Se define como ejecución perfecta sólo la realización del Mantenimiento planificado. (0 correctivo)
		Utilización considera del tiempo disponible de la flota, se descuentan las actividades correspondientes a reservas programadas y el 50% de las pérdidas operacionales (P.O) programadas en "Plan P0-2021" expresadas en % base disponible
	<b>Chancado primario</b>	<b>Chancado primario</b>
	L. Teórico (7)	<b>L.Teórico:</b> rendimiento considera la definición de capacidades considera el estudio del año 2016 RGPRO-I1-JRI-INFME02-3520-005.
		Disponibilidad y utilización 100%, sin detenciones.
	L. Técnico (1, 3)	<b>L.Técnico:</b> rendimiento definido en L.Teórico
		Disponibilidad considera Plan P0-2021. Se define como ejecución perfecta sólo la realización del mantenimiento planificado. (0 correctivo)
		Utilización del tiempo disponible del CHPO, se descuentan las actividades correspondientes a limpiezas de bahía, electroimán y otras limpiezas.

## LÍMITES TEÓRICOS Y TÉCNICOS Fase Mina – Planta

Fuentes utilizadas	Criterios considerados
<b>Apilamiento</b>	<b>Apilamiento</b>
L. Teórico (1, 7)	L.Teórico: rendimiento considera estudio [ITR-GMT-SC-005_Capacidad Planta Línea Óxidos] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de Diseño Pila 1: 11.200 [Ton/hr]</li> <li>• Capacidad de Diseño Pila 2: 10.250 [Ton/hr]</li> <li>• Capacidad de Diseño LC: 10.500 [Ton/hr]</li> </ul>
L. Técnico (1 ,3)	Ajustes Ch2, 20 min por línea, 3 veces x semana (360 hrs), se considera que Ch3 no es restricción, no se considera tiempo de puesta en marcha Disponibilidad y utilización 100%, sin detenciones. L.Técnico: rendimiento definido en L.Teórico Disponibilidad: se considera [Plan Mtto P0 2021 REV A] Se define como ejecución perfecta solo la realización del mantenimiento planificado. (0 correctivo) Utilización del tiempo disponible se descuentan las actividades incidentales según ultimo estándar vigente. (Giro 18 hrs, 9 al año)
<b>Rotopala</b>	<b>Rotopala</b>
L. Teórico (7)	L.Teórico: rendimiento se considera estudio [9030-IT_TEMIN-ME-001 capacidad y tamaño nueva rotopala rev 1] Capacidad de diseño rotopala FAM: 14.500 [Ton/hr] Capacidad de diseño CV204/CV205 ripios: 12.500 [Ton/hr] Capacidad de diseño <i>spreader</i> : 11.500 [Ton/hr] Se considera fines de pila: 5.666 [ton/hr], régimen pila 11.500 [ton/hr] y bordes pila: 9.691 [ton/hr]
L. Técnico (1, 3)	Disponibilidad y utilización 100%, sin detenciones. L.Técnico: rendimiento definido en L.Teórico Disponibilidad: se considera [Plan Mtto P0 2021 REVA ] Se define como ejecución perfecta solo la realización del mantenimiento planificado. (0 correctivo) Utilización del tiempo disponible se descuentan las actividades incidentales según ultimo estándar vigente. Shifting en 60 h (5 al año) Giro puente y rotopala en 30 hrs, 9 veces al año (5 se acoplan a Shifting) Giro Spreader en 1 hr, 4 veces al mes

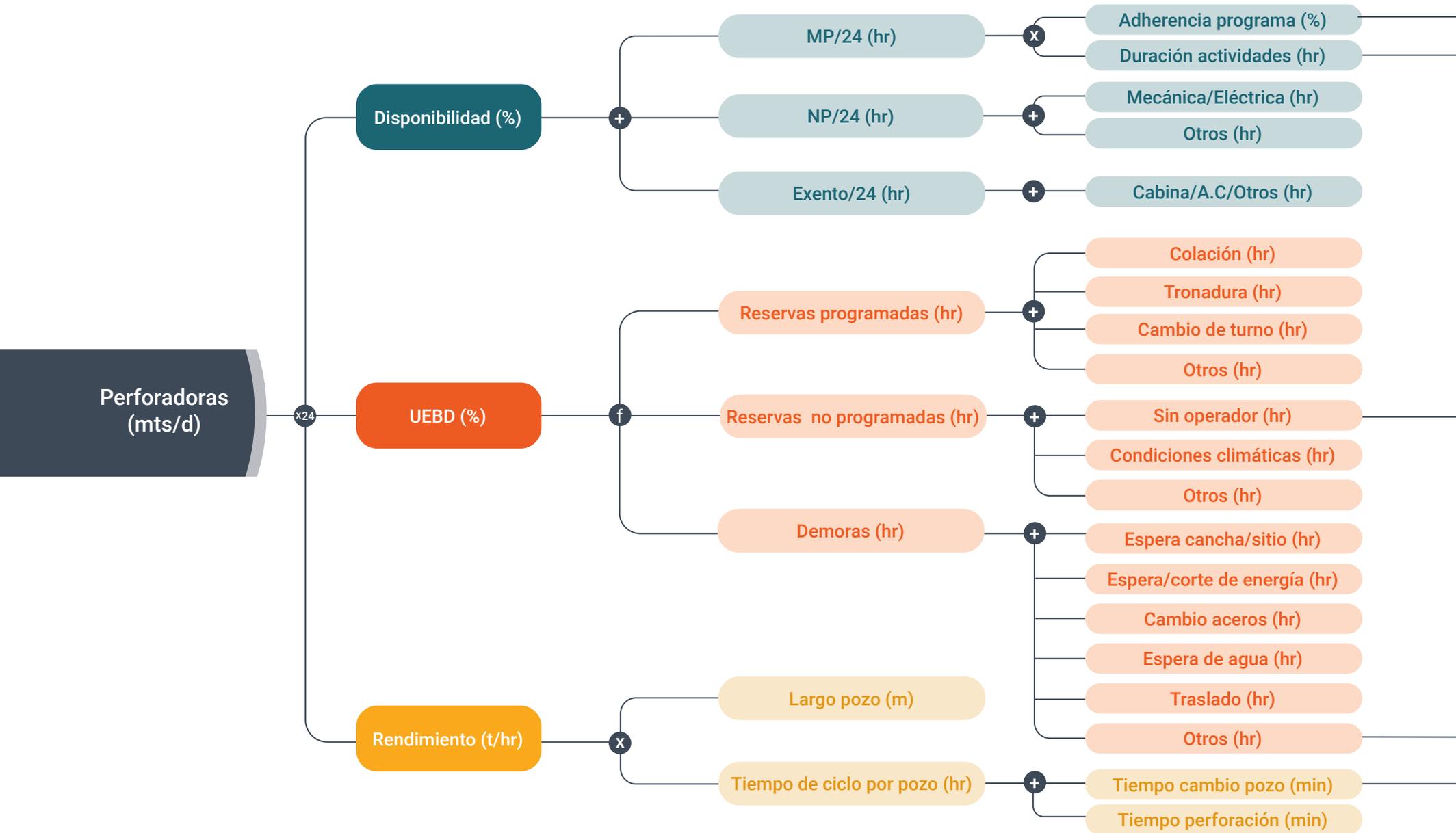


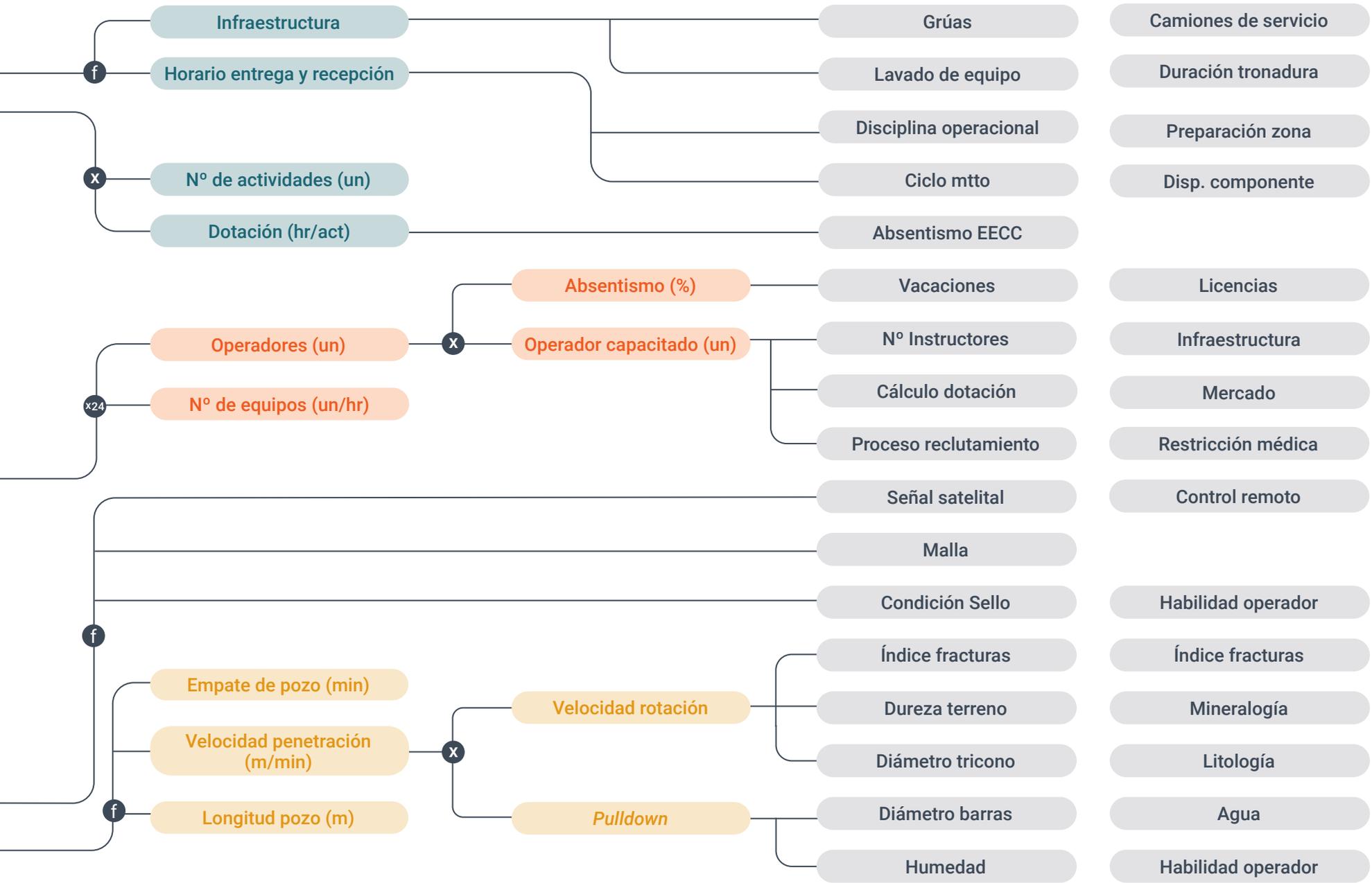
# Árbol KPI

---

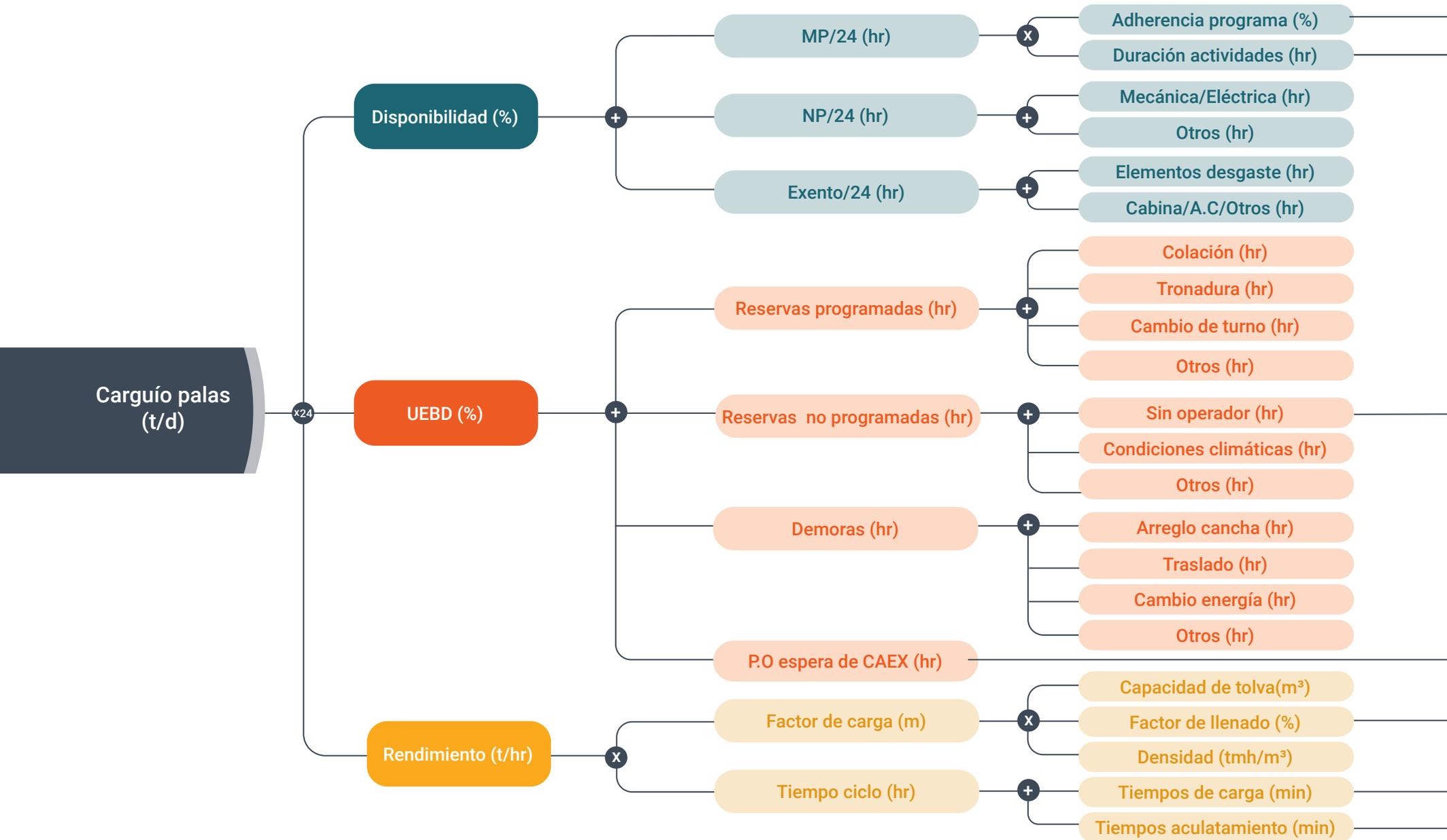
División Radomiro Tomic

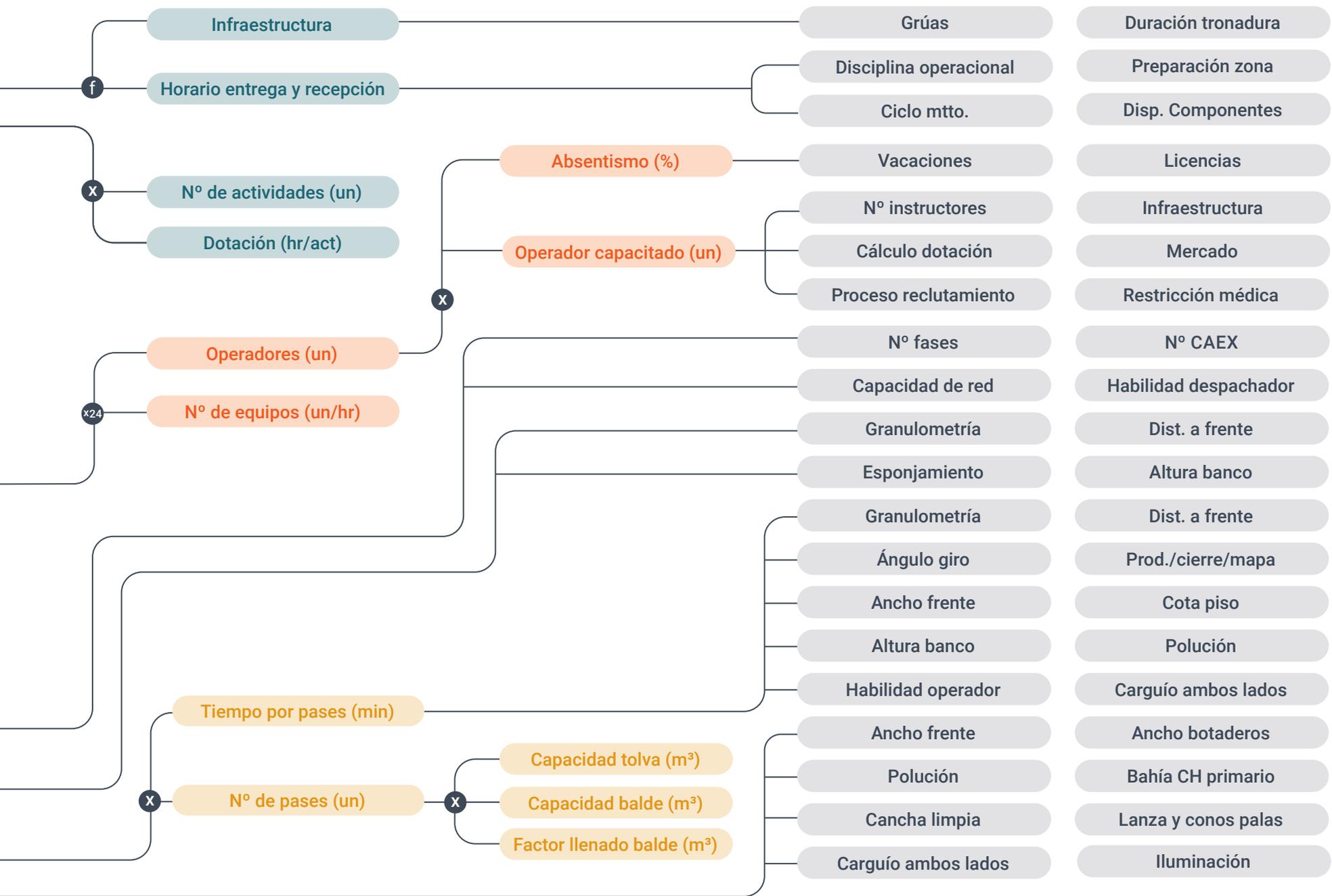
## ÁRBOL KPI – Perforación y tronadura



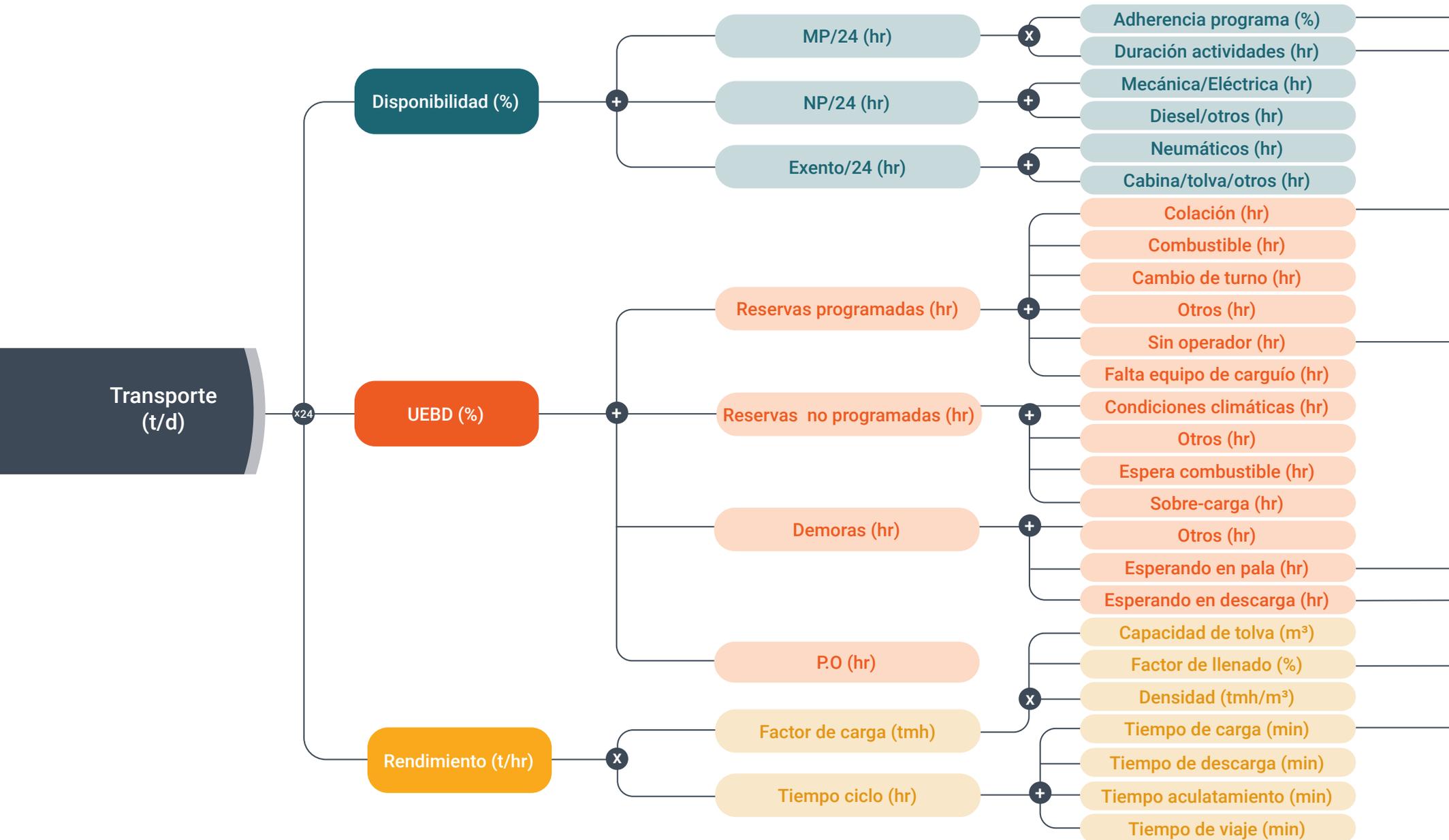


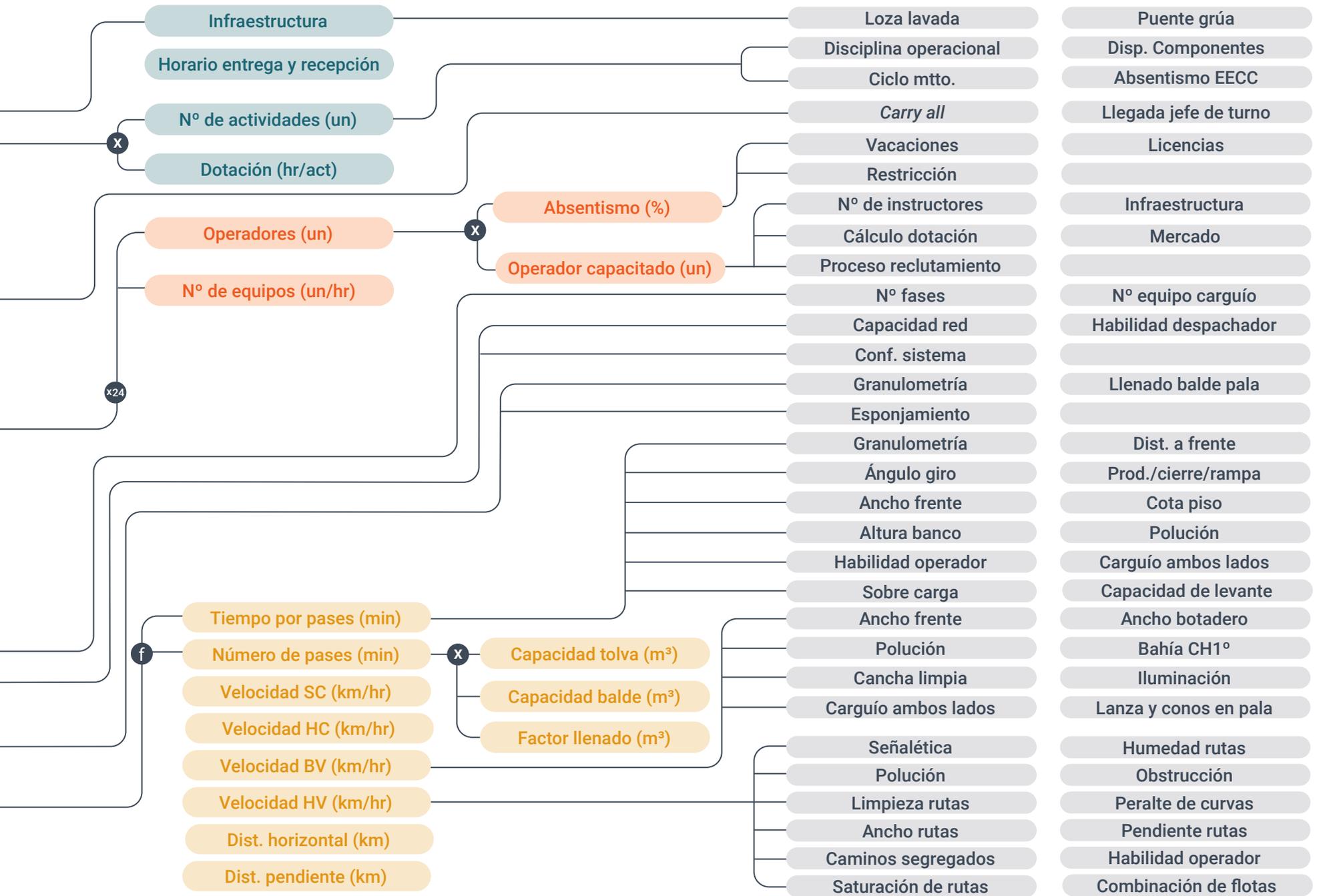
## ÁRBOL KPI – Carguío palas eléctricas



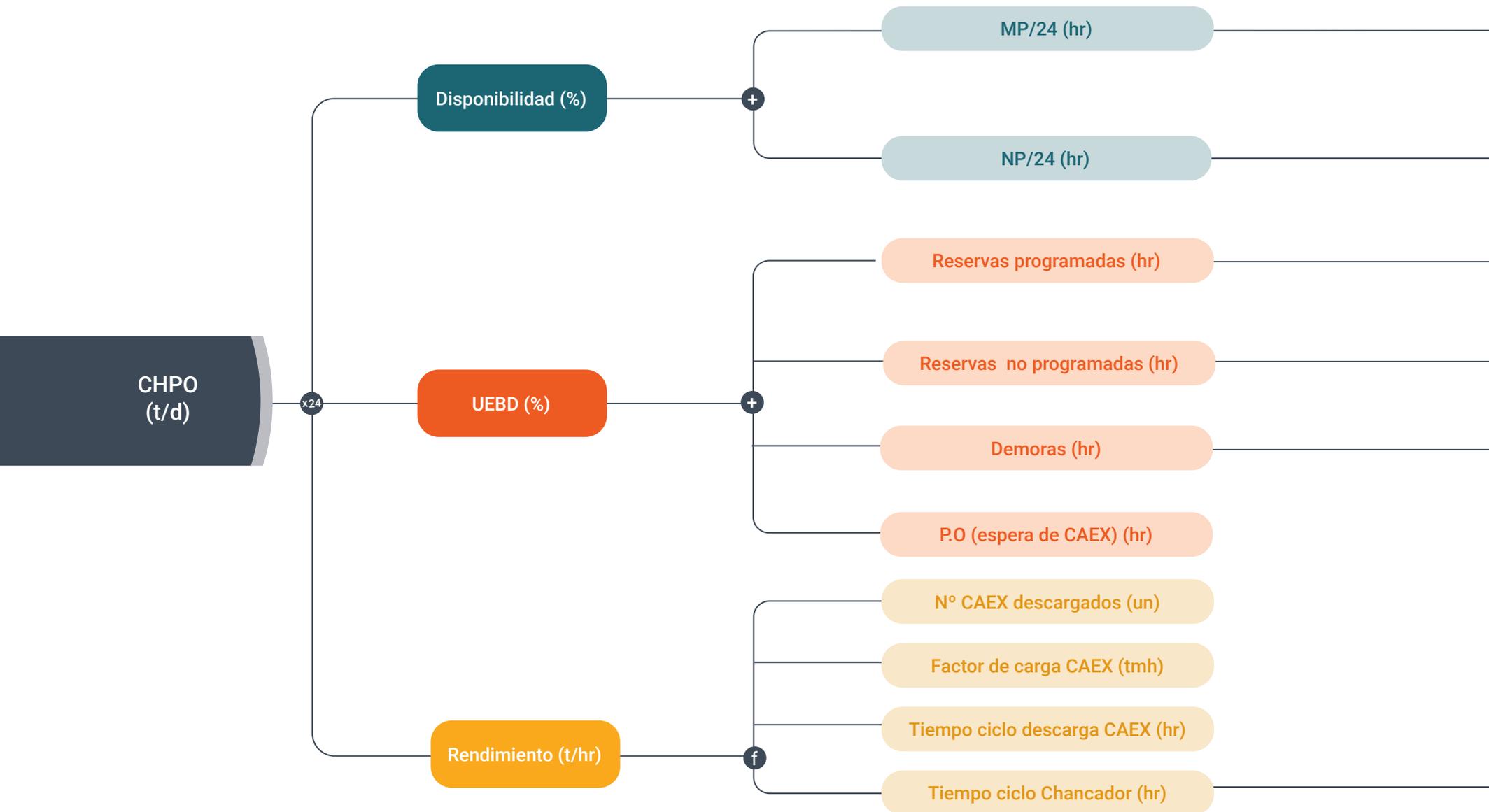


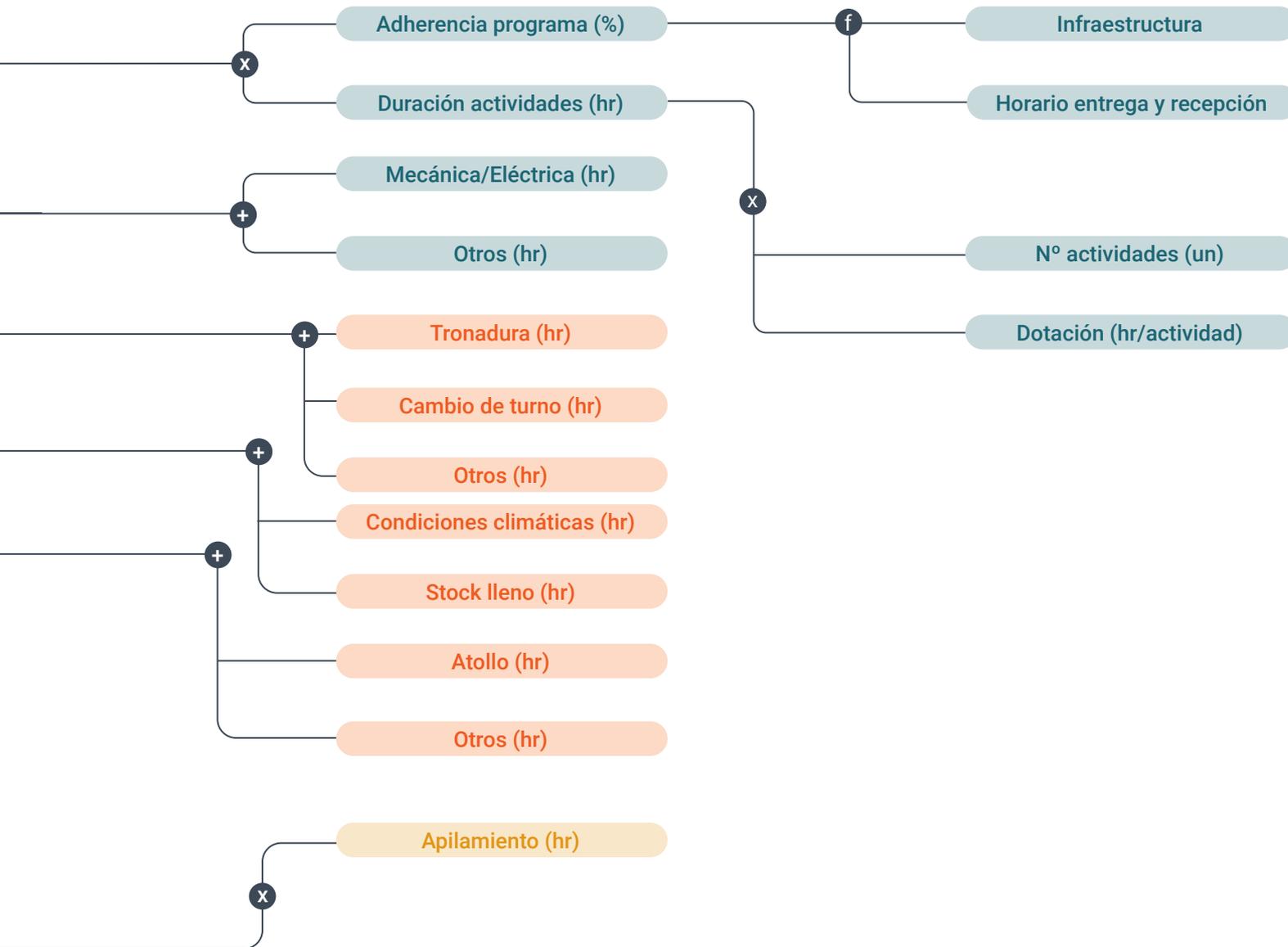
## ÁRBOL KPI – Transporte



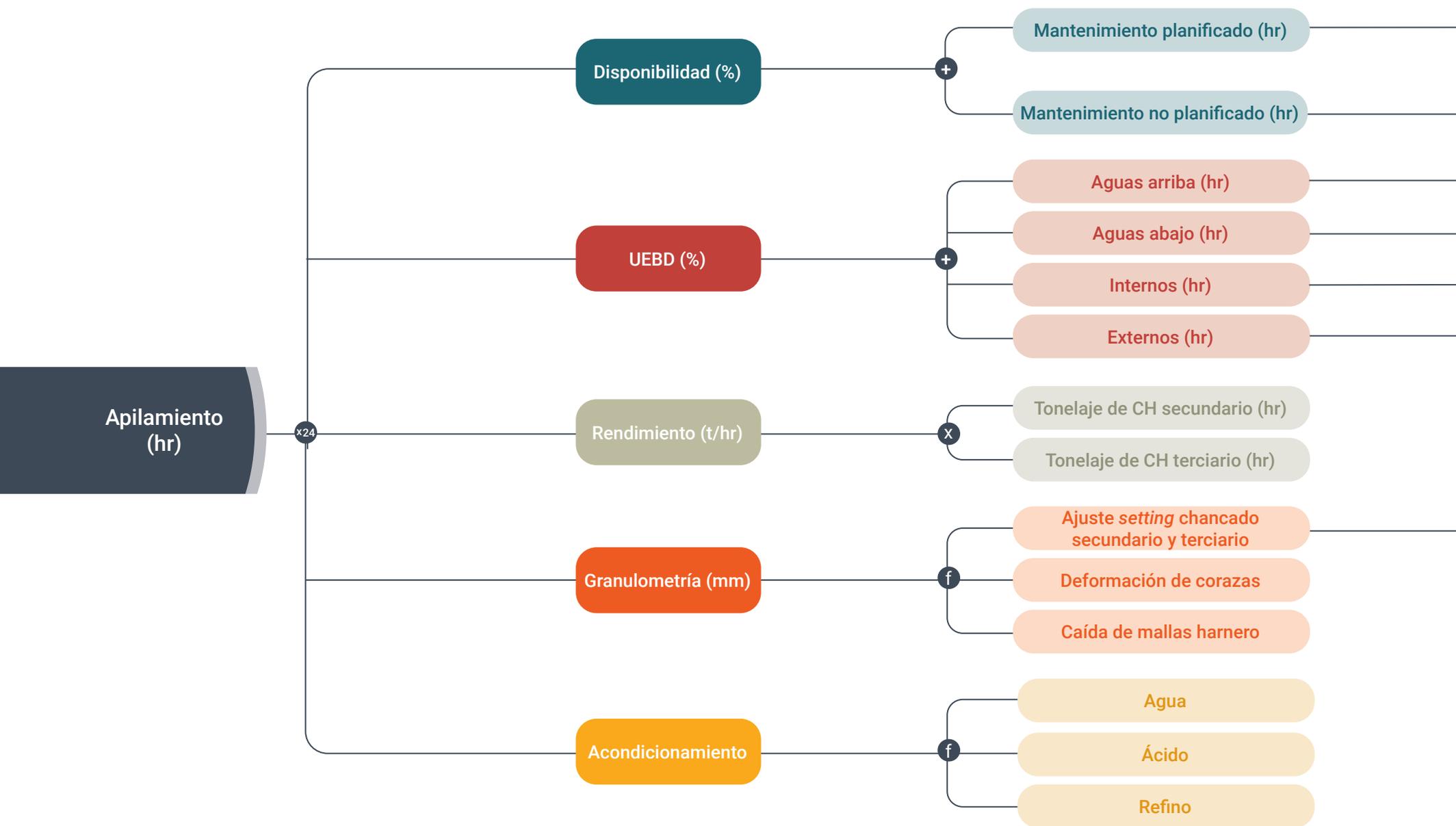


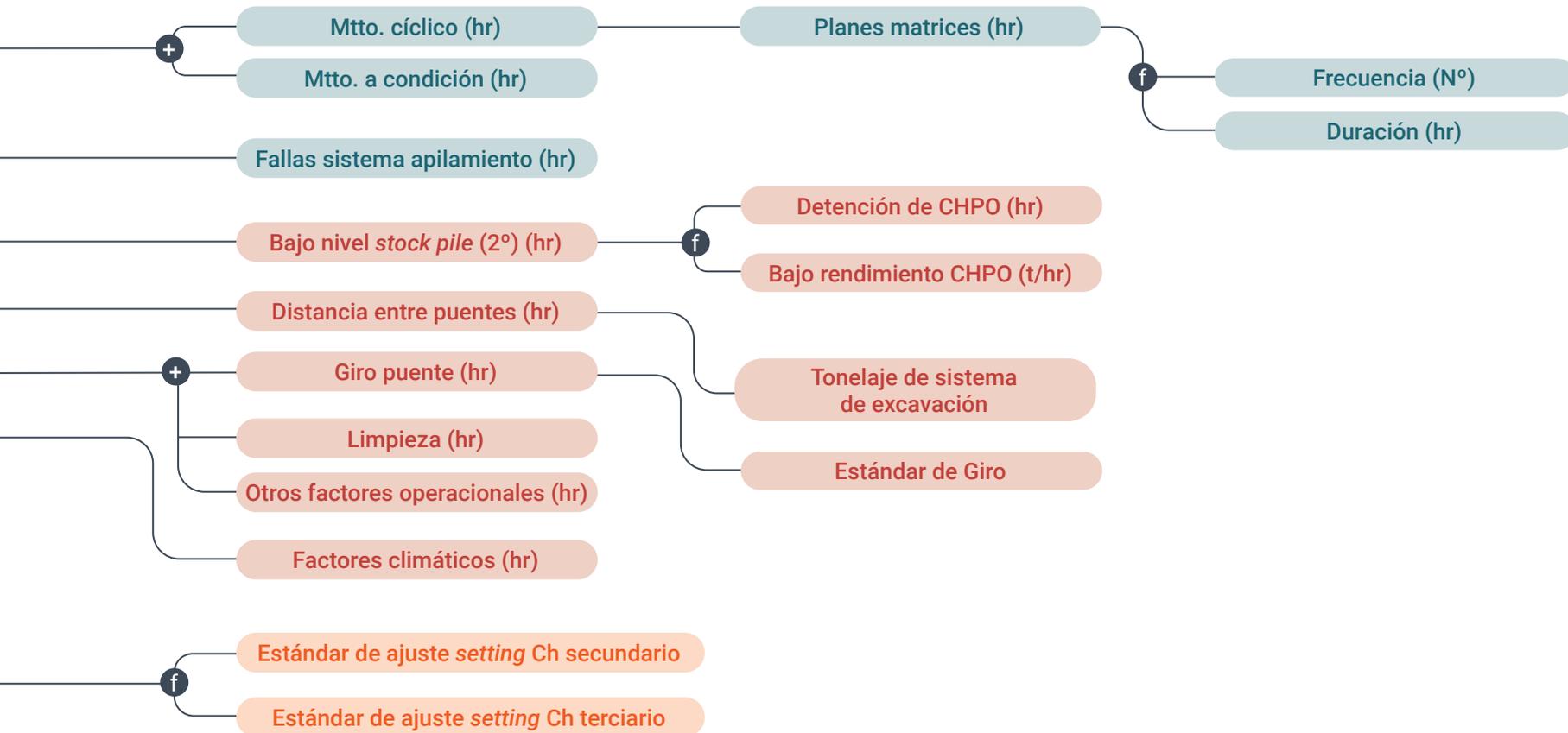
## ÁRBOL KPI – CHPO



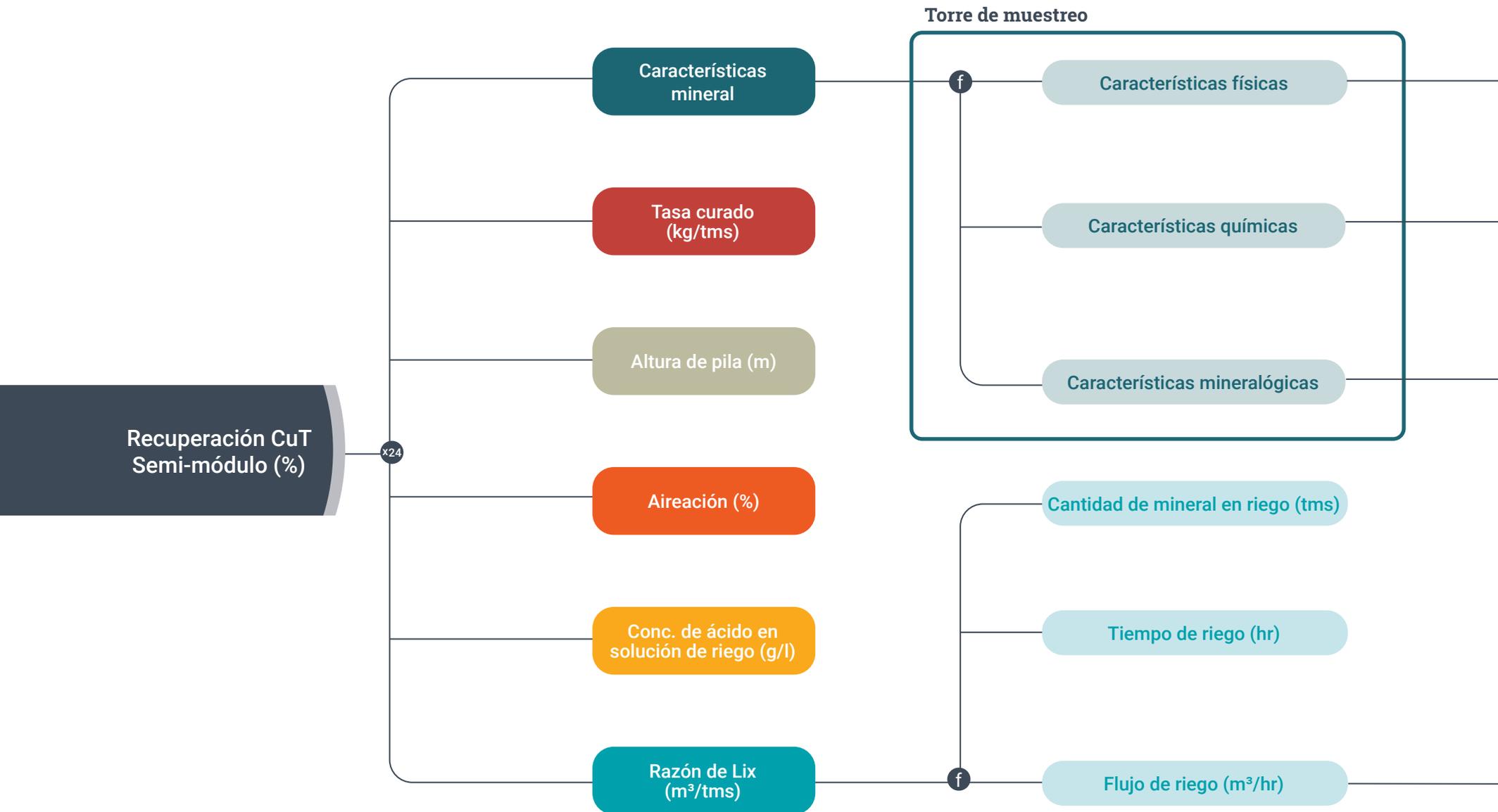


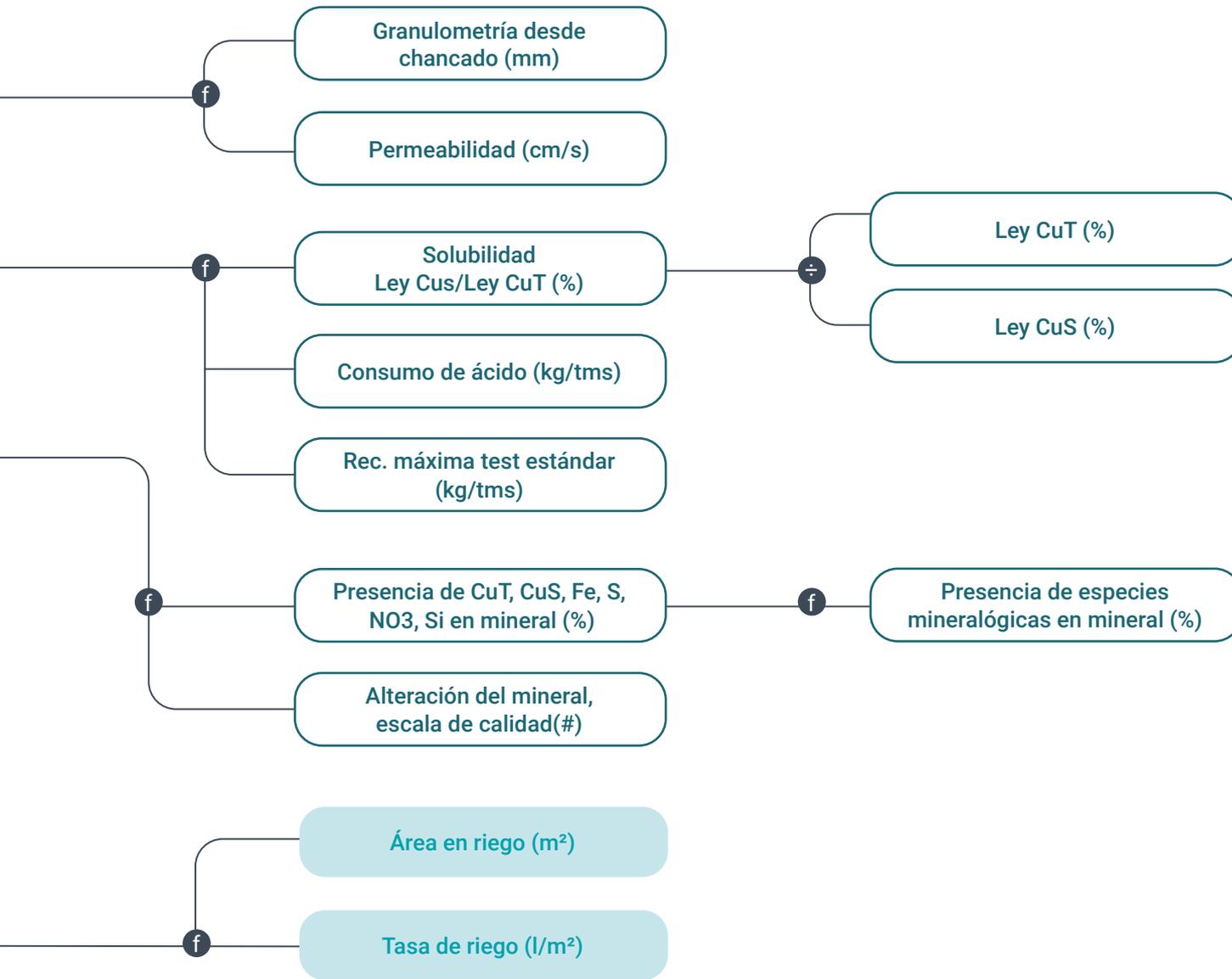
## ÁRBOL DE KPI – Apilamiento





## ÁRBOL DE KPI – Recuperación de Cobre LIX primaria

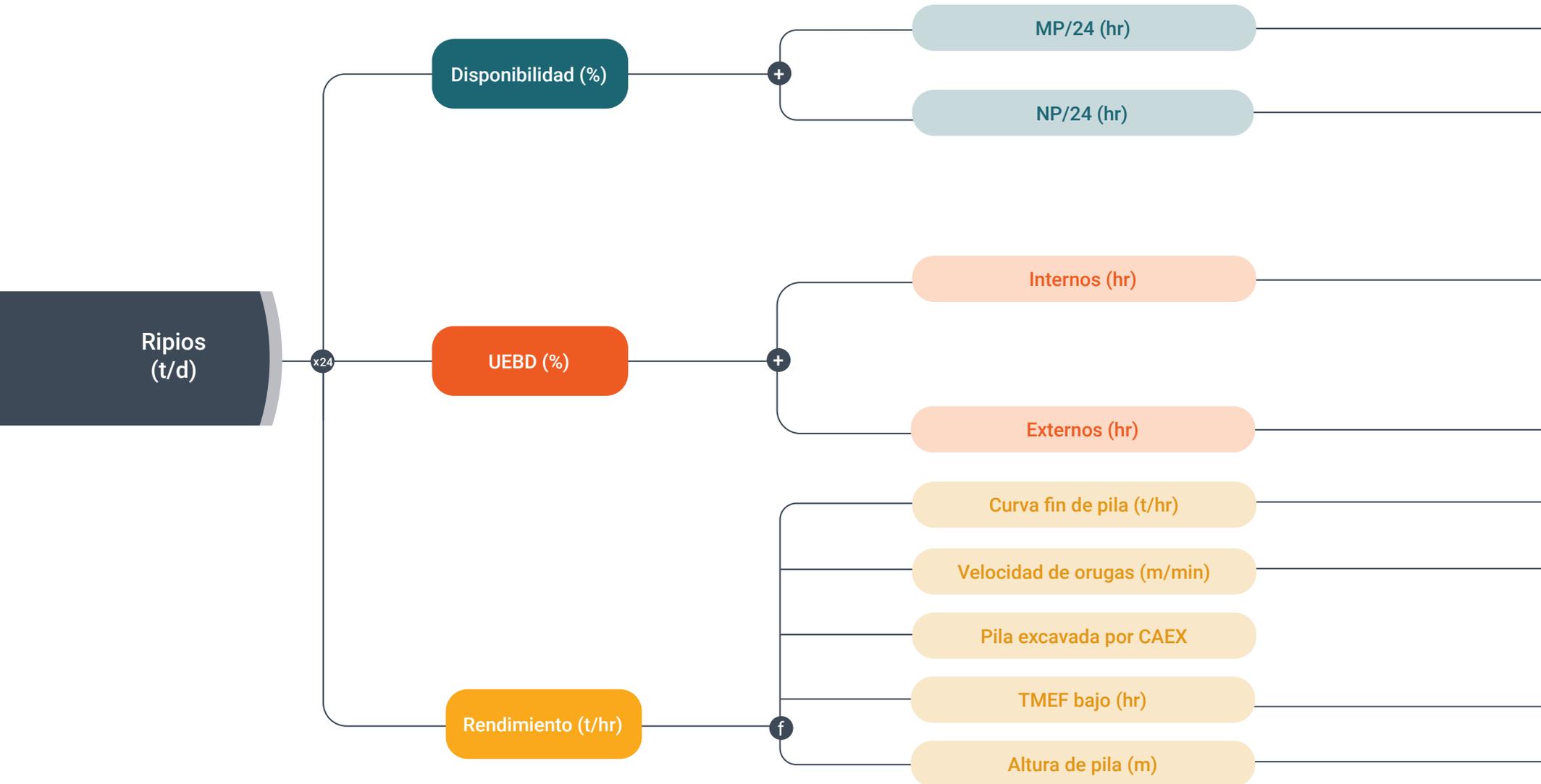


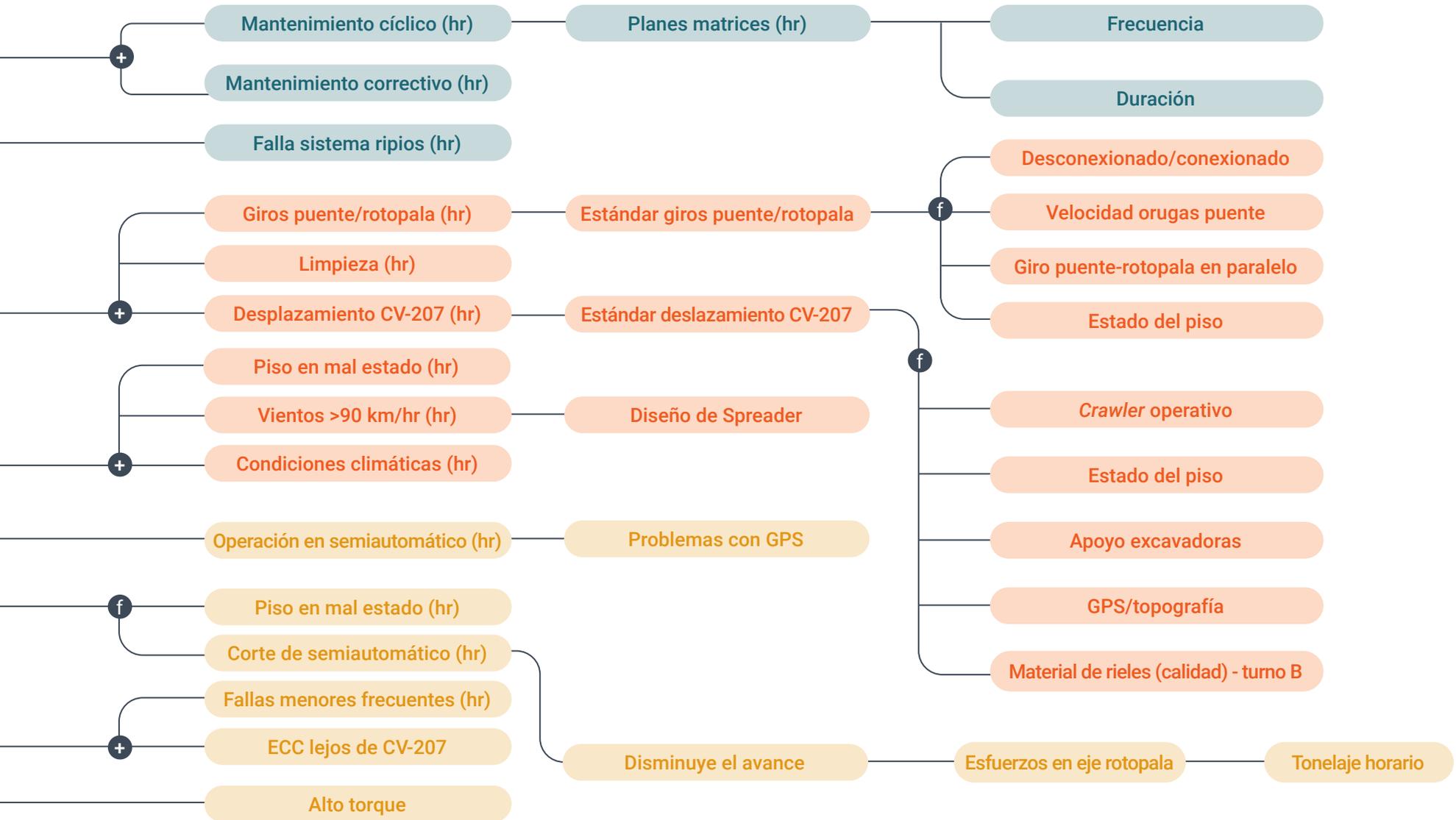


- Controlables aguas arriba proceso LX<sup>1</sup>
- Controlable interno proceso LX

<sup>1</sup> Controlable a través del plano minero (control de mezcla)

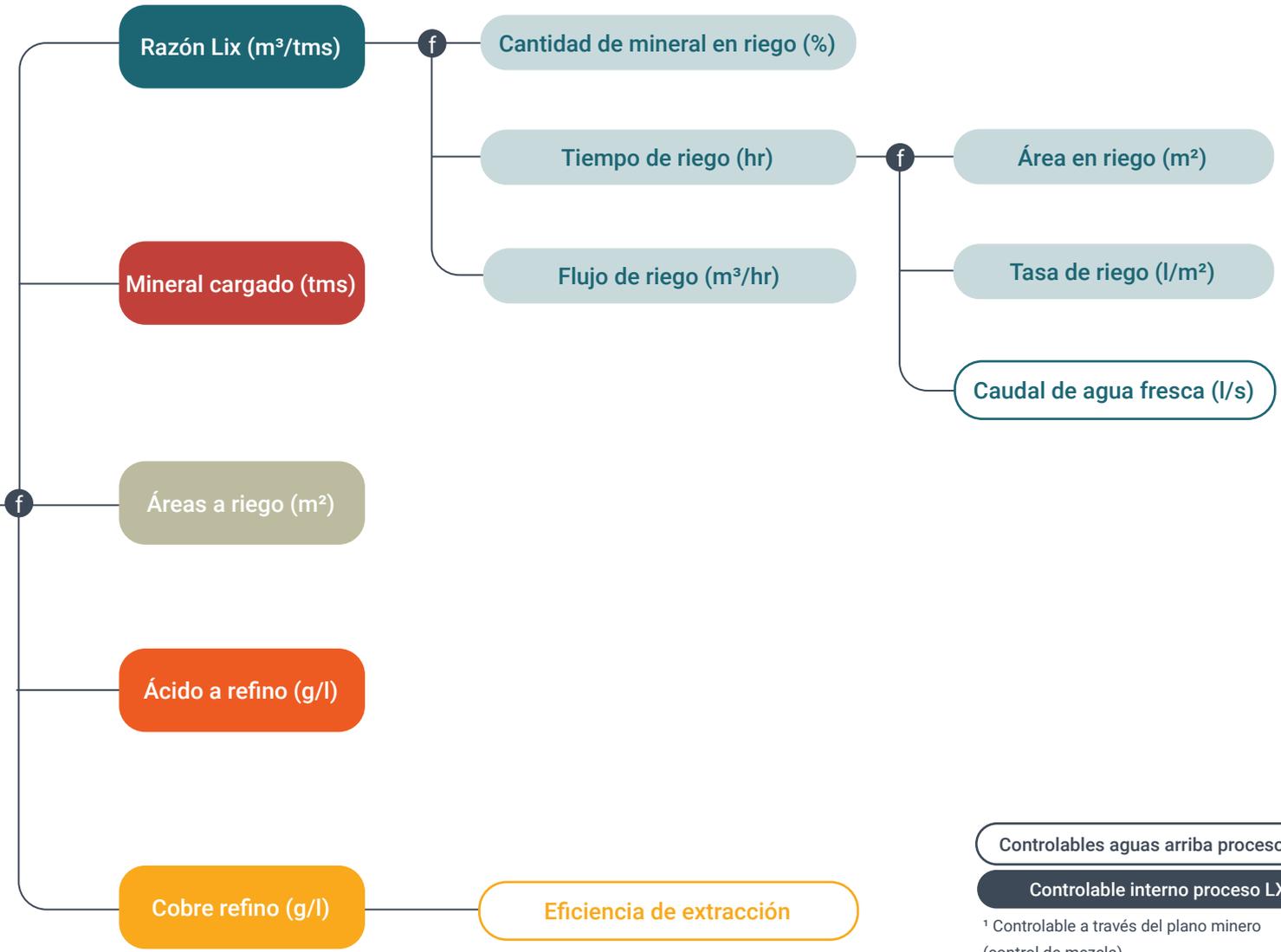
## ÁRBOL KPI – Sistema de excavación





## ÁRBOL DE KPI– Botaderos

Producción de botaderos (TCuF)

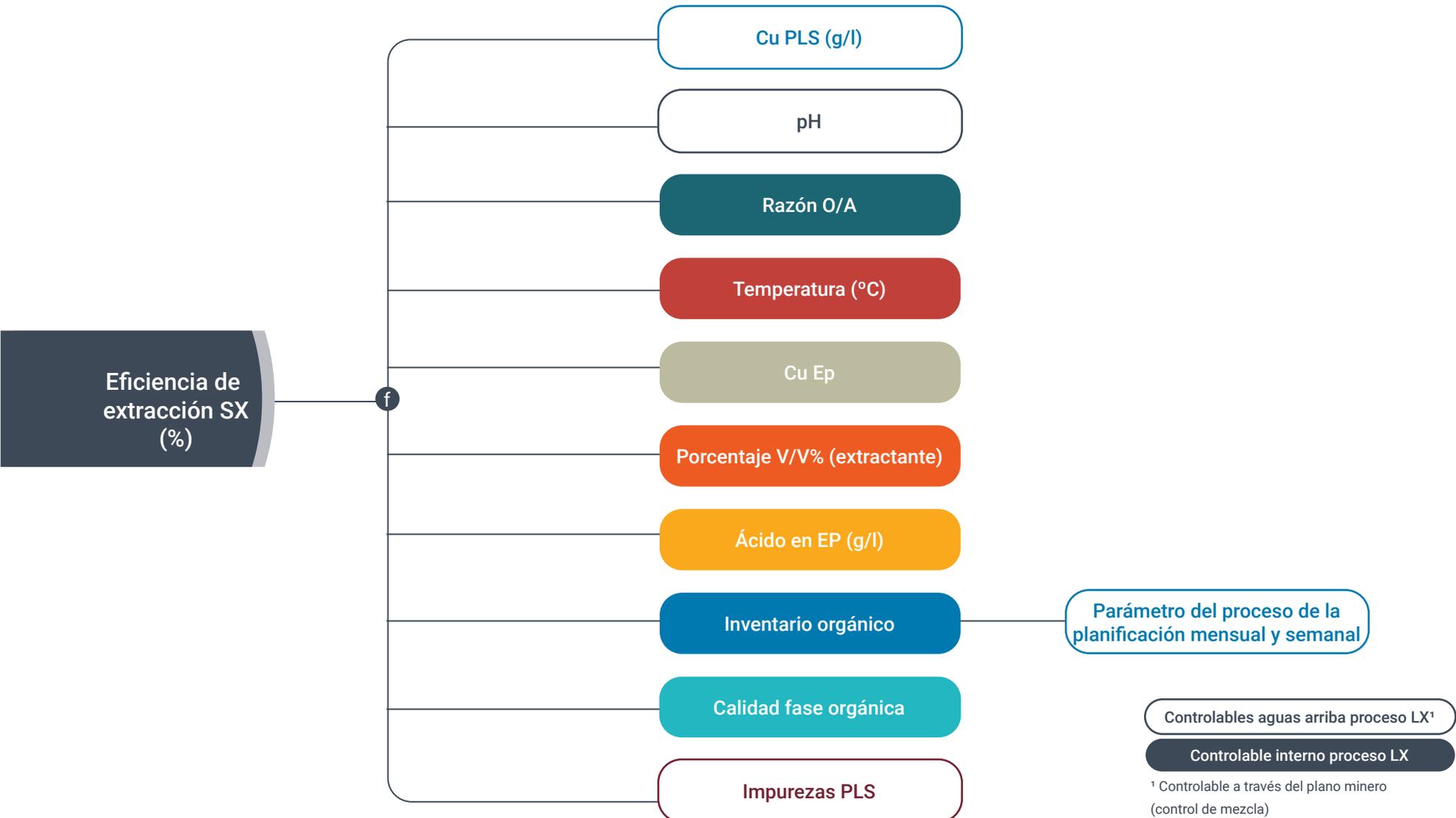


Controlables aguas arriba proceso LX<sup>1</sup>

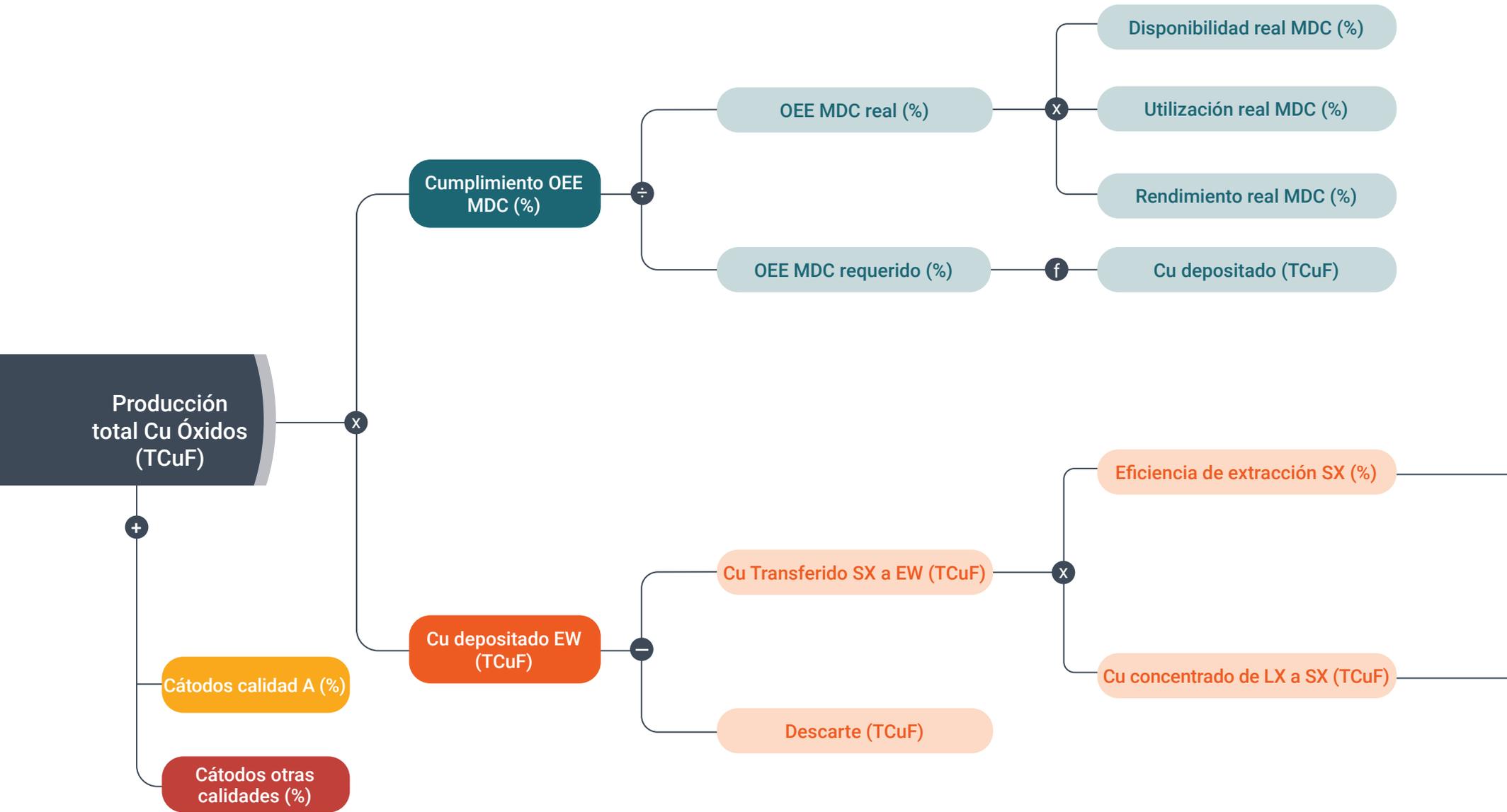
Controlable interno proceso LX

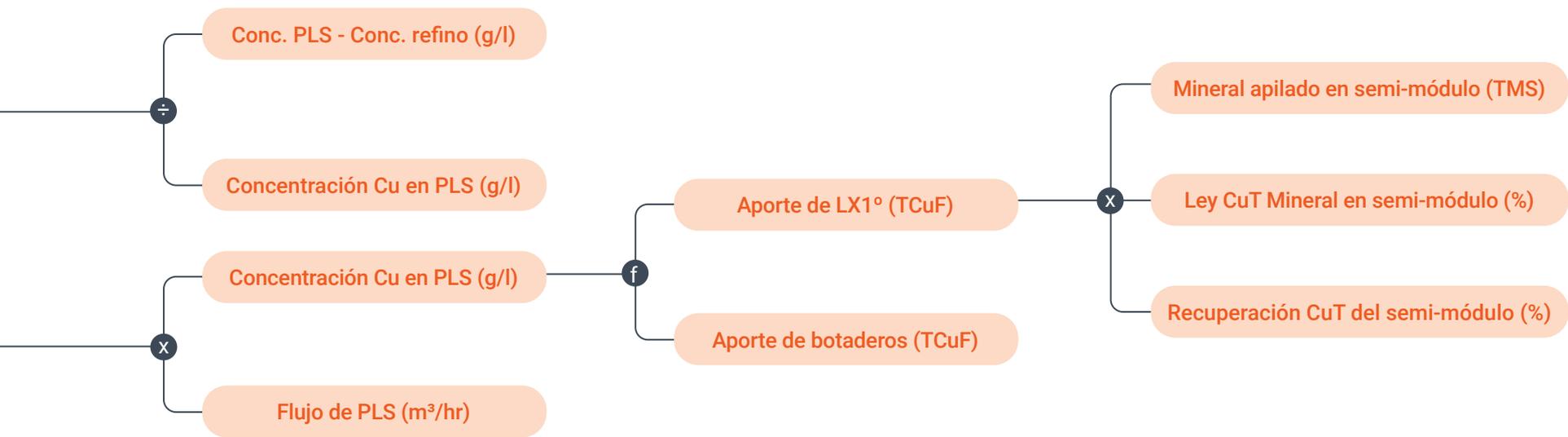
<sup>1</sup> Controlable a través del plano minero (control de mezcla)

## ÁRBOL DE KPI – Eficiencia de la planta de extracción por solventes

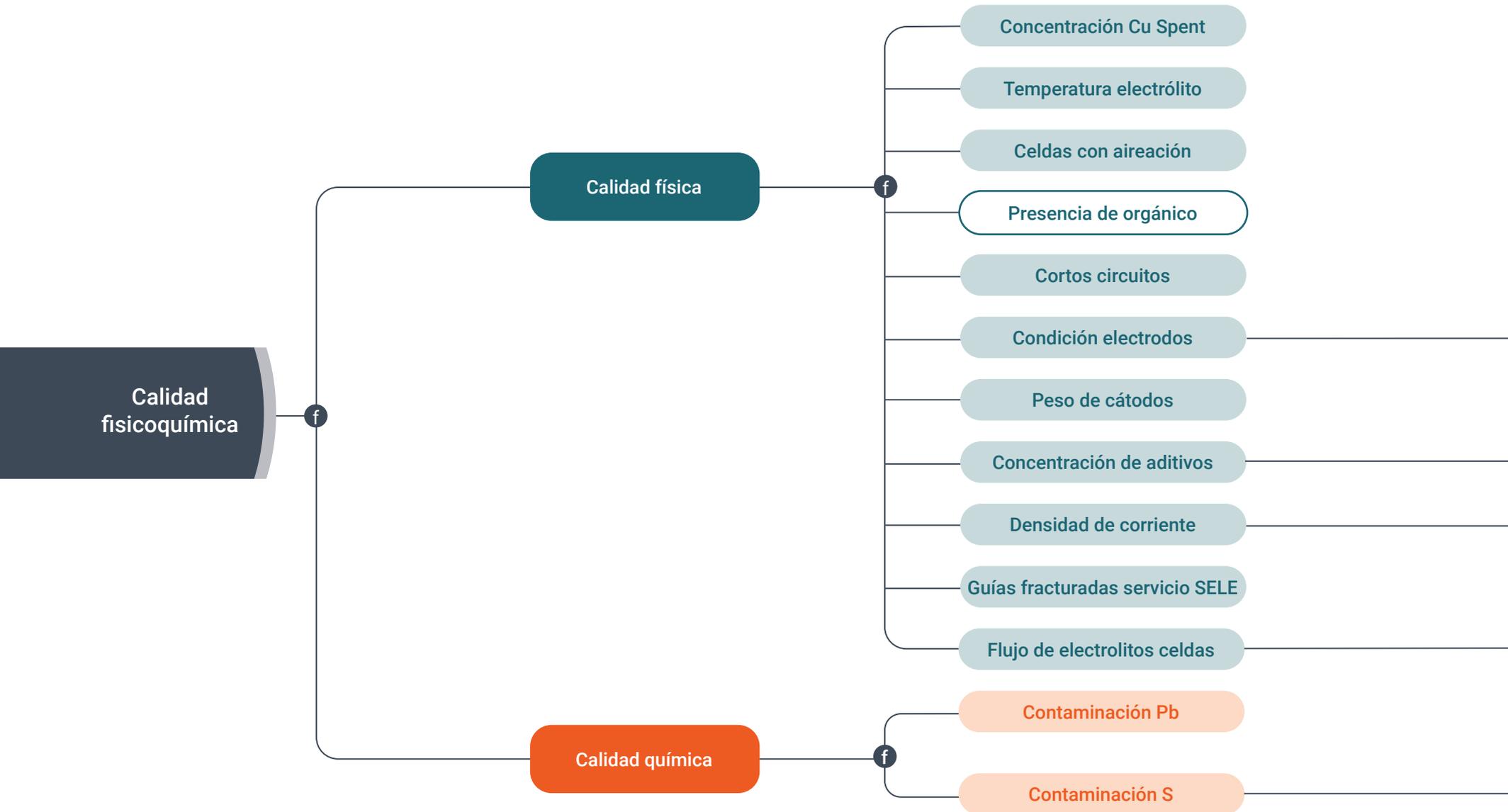


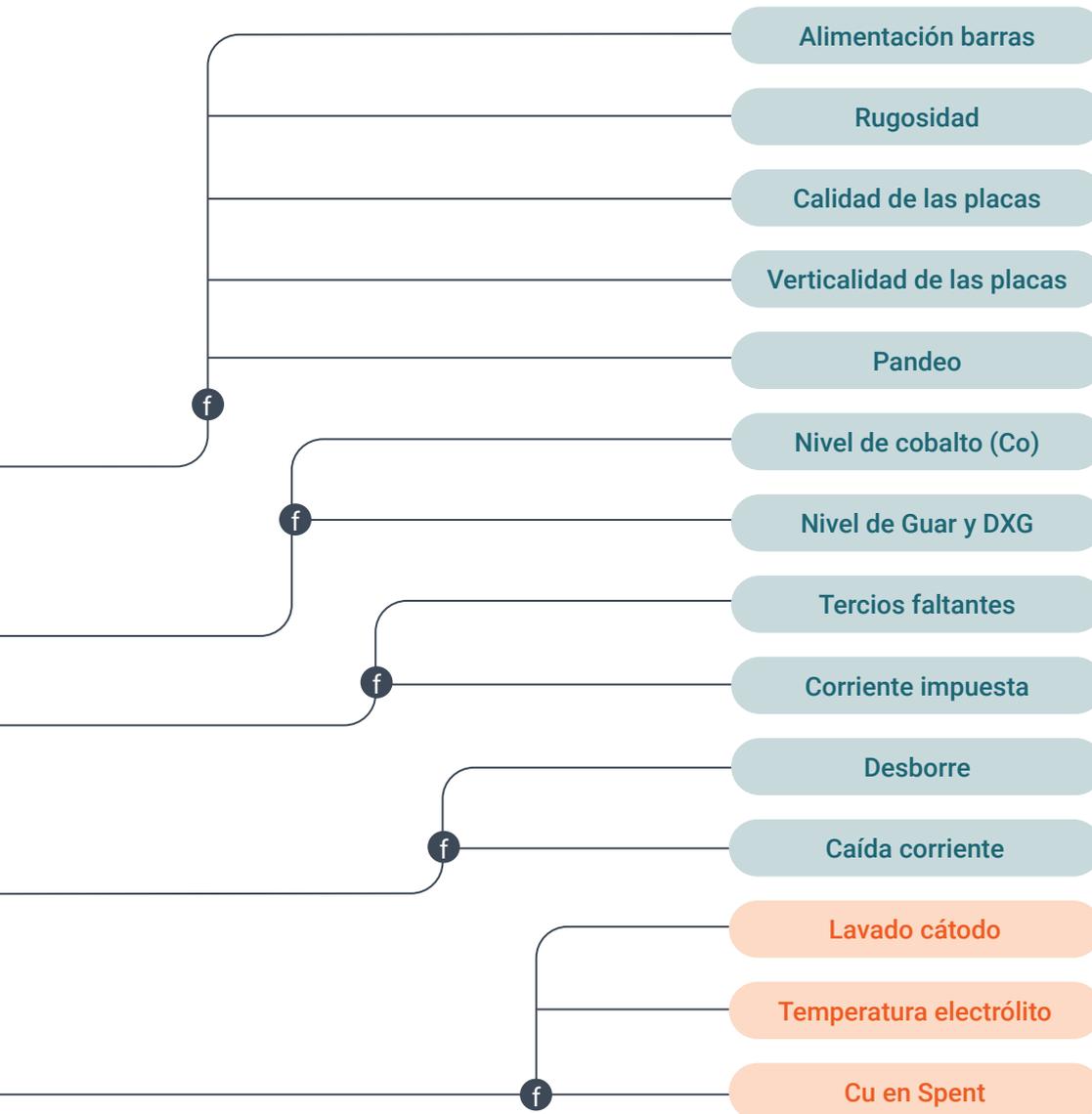
## ÁRBOL KPI – Línea hidro





## ÁRBOL KPI – Calidad fisicoquímica





Controlables aguas arriba proceso LX<sup>1</sup>

Controlable interno proceso LX

<sup>1</sup> Controlable a través del plano minero (control de mezcla)



# **Análisis equipos**

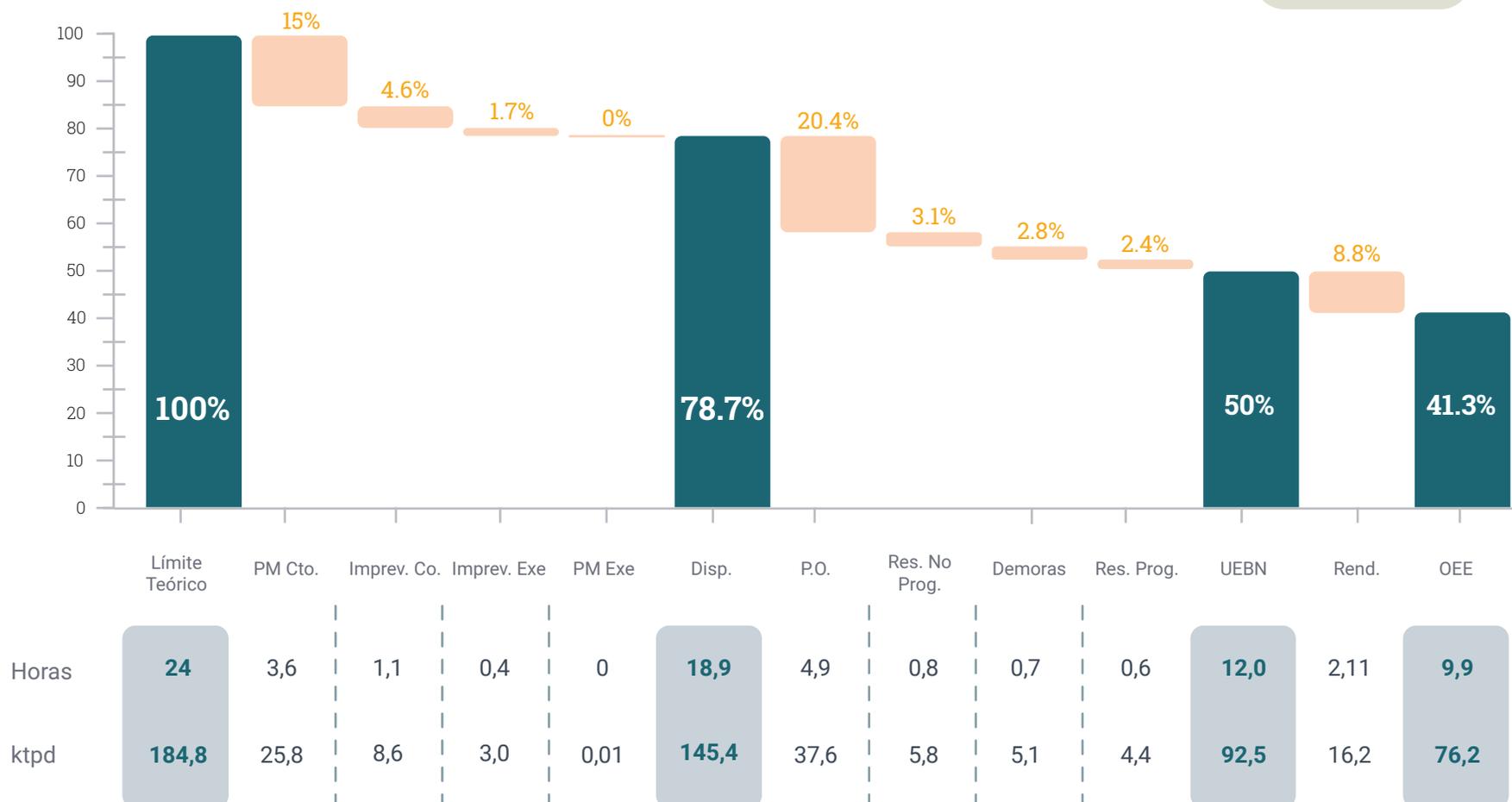
---

División Radomiro Tomic

## ANÁLISIS OEE – Palas eléctricas (73Yd<sup>3</sup>) – enero 2020 - noviembre 2020

Total Flota de Palas Eléctricas PHXPB y PHXPC-AC

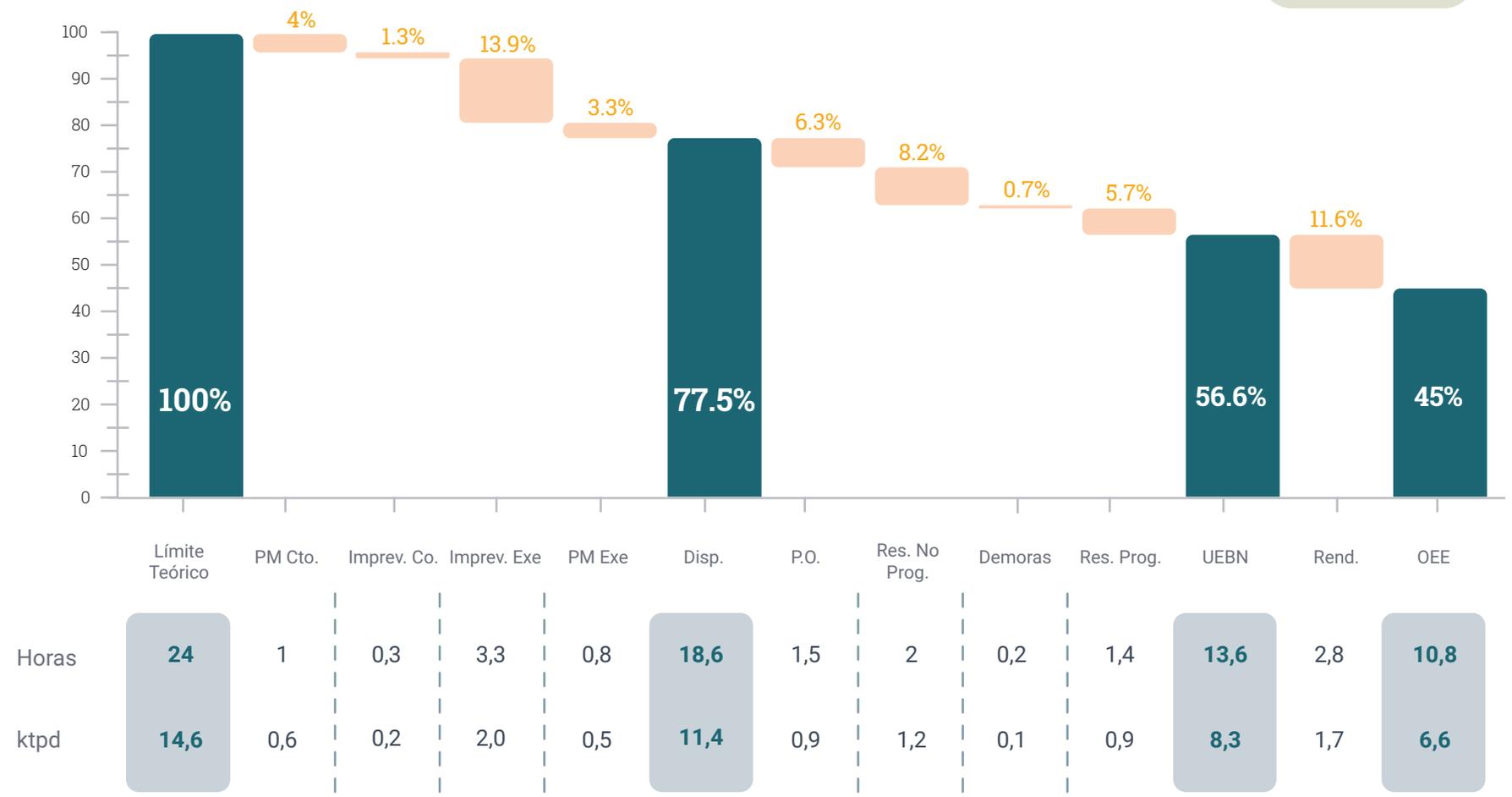
**Aspiración 2021**  
48,9% OEE



## ANÁLISIS OEE –Camiones de extracción – enero 2020 - diciembre 2020

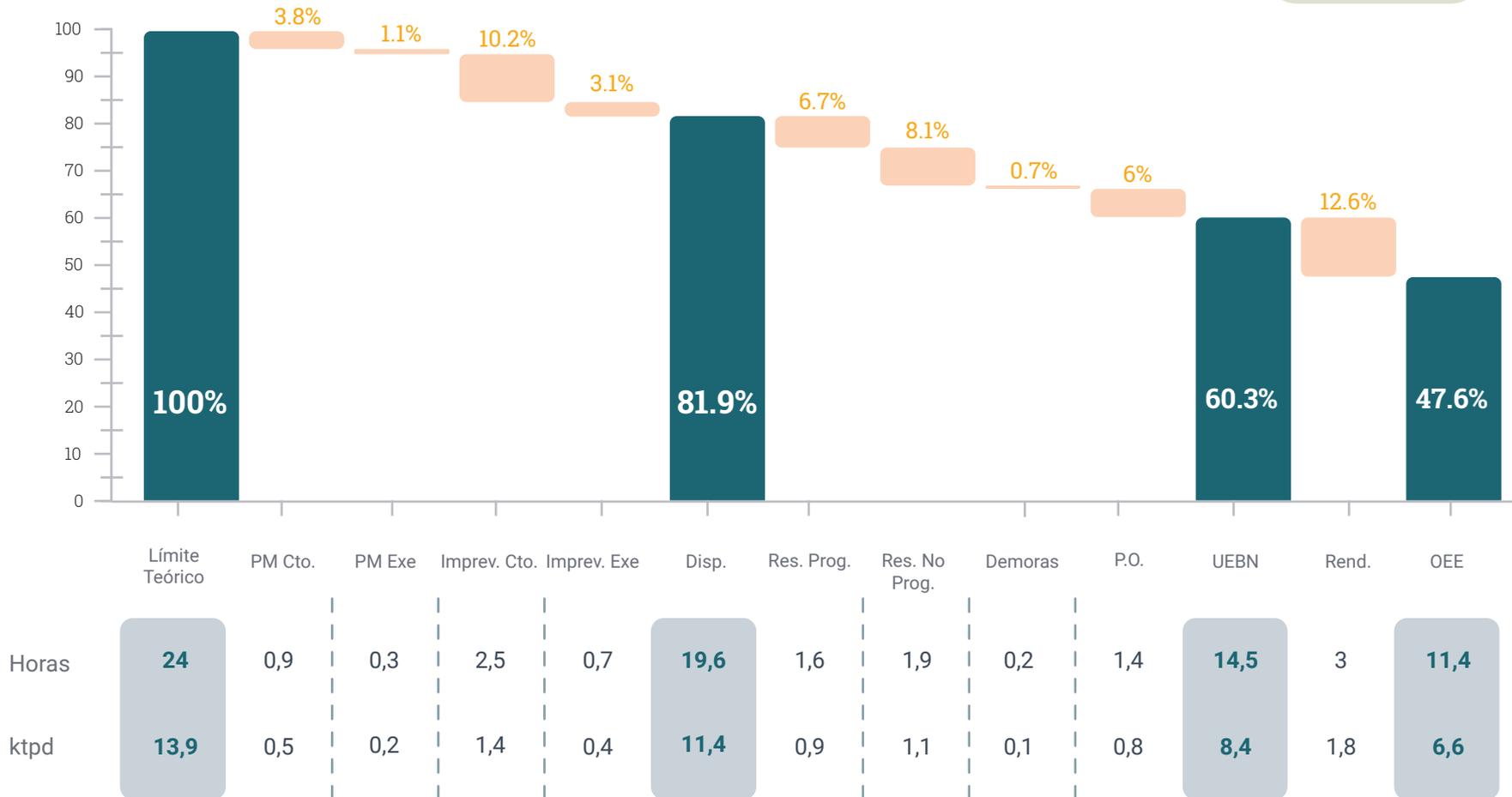
Total Flota Komatsu y Liebherr

**Aspiración 2021**  
56,9 % OEE



## ANÁLISIS OEE – Camiones extracción KOMATSU – enero 2020 - noviembre 2020

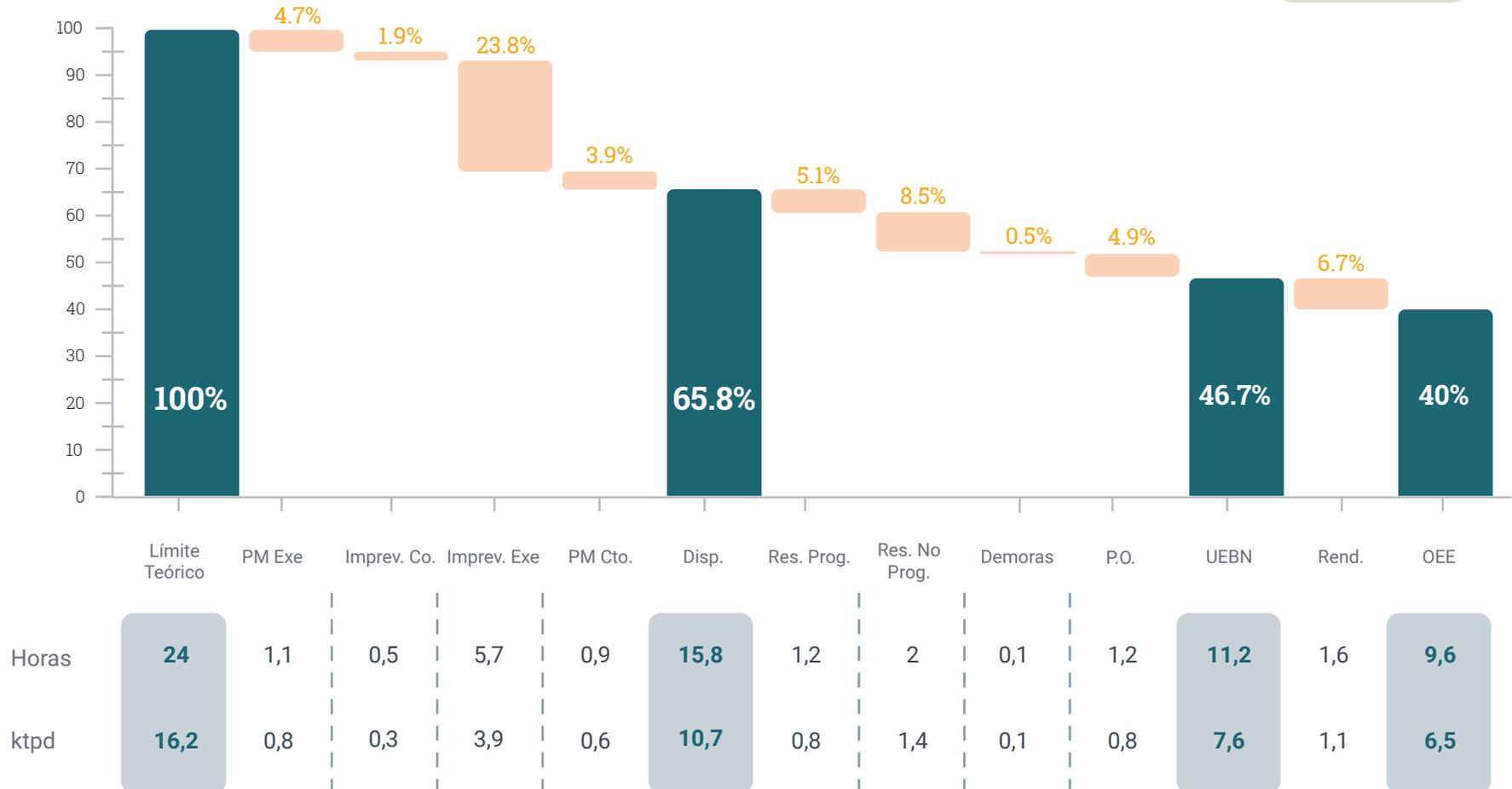
**Aspiración 2021**  
57,6% OEE



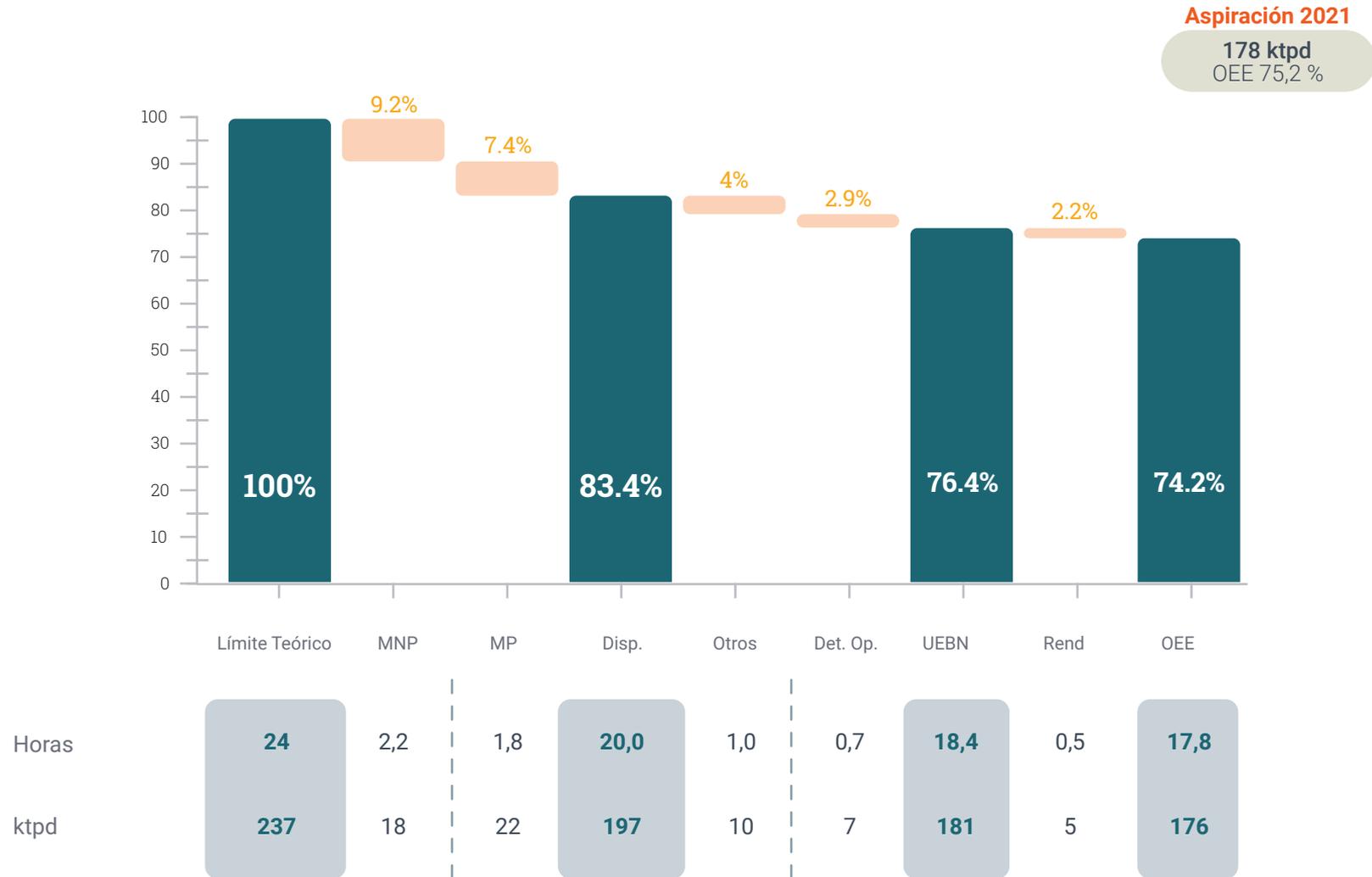
## ANÁLISIS OEE – Camiones extracción LIEBHERR – enero 2020 - noviembre 2020

Aspiración 2021

52,4 % OEE



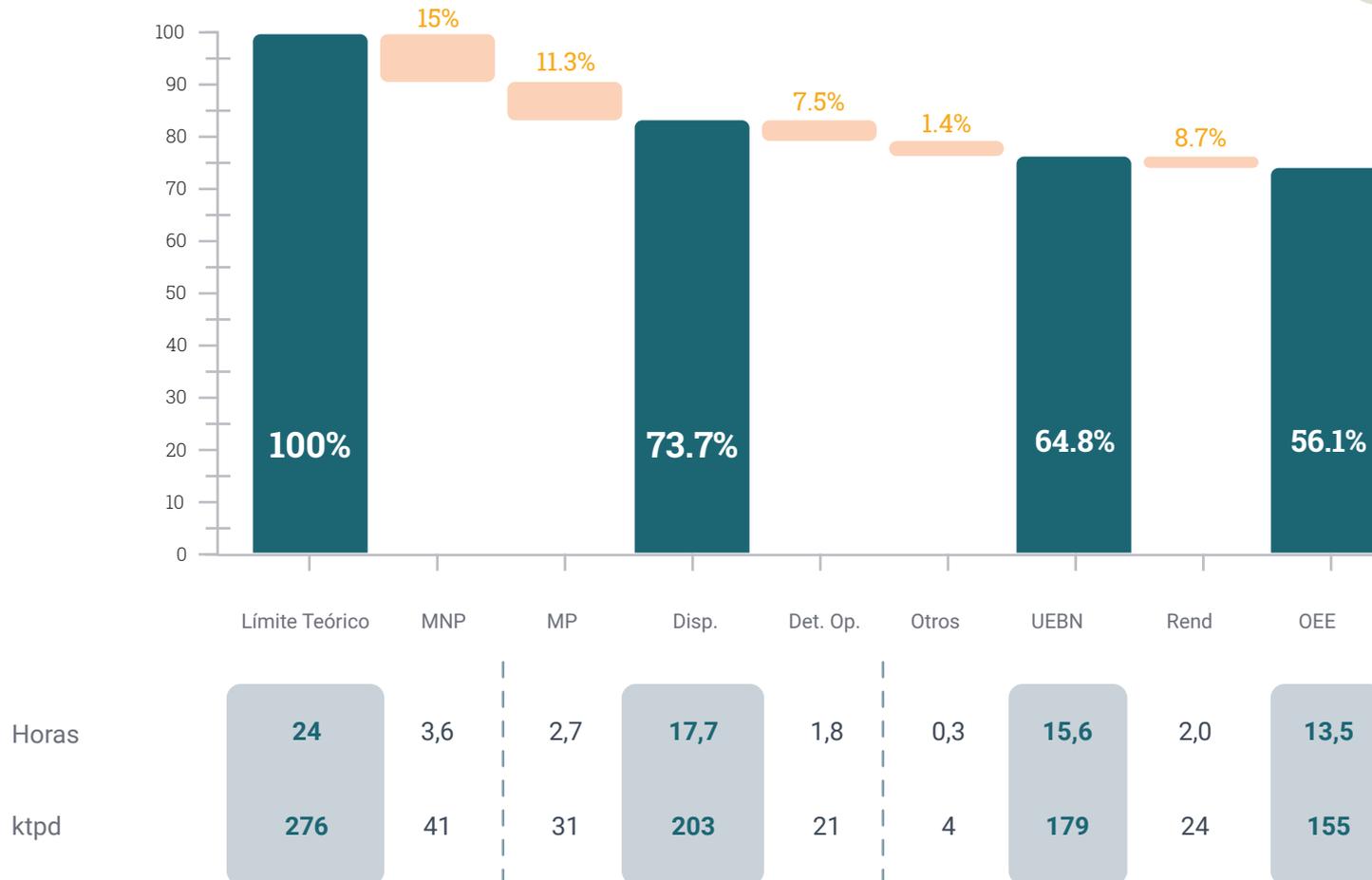
## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE APILAMIENTO – enero- diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE EXCAVACIÓN – enero- diciembre 2020

**Aspiración 2021**

**194 ktpd**  
OEE 70,3 %





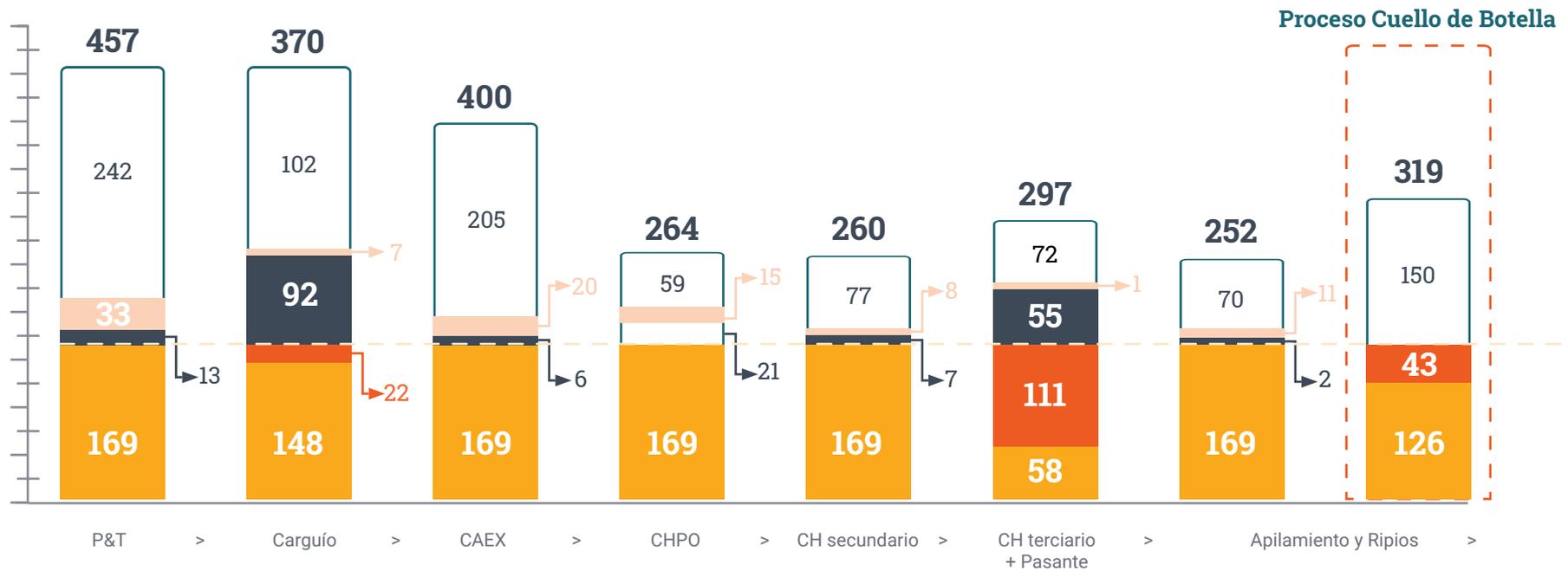
# Proceso cuello de botella

---

División Radomiro Tomic

## CUELLO DE BOTELLA PROCESO MINERO EN KTPD

### Mapa de capacidad – Alto nivel



### Leyenda

- Pérdidas internas
- Subvención CAEX-C.F y Pasante
- Pérdidas aguas arriba
- Botaderos
- Pérdidas aguas abajo
- Producción actual



## INTRODUCCIÓN



**Ricardo Durán monares,**  
Director de Excelencia Operacional,  
División Ministro Hales.

La experiencia de diseñar y desarrollar el *full potential* de Ministro Hales se puede definir bajo el concepto de un trabajo integral, ya que contó con la participación de la línea de operaciones, así como de la Gerencia de Recursos Mineros (GRM) y Gerencia de Mantenimiento (GMANT), y su resultante fue un proceso enriquecedor para todo el equipo.

El carácter colaborativo que tuvo esta tarea permitió que la línea operativa pudiese aprender de las herramientas y estructuras del sistema de gestión y por

su parte los Agentes de Cambio (AdC), tuviesen la oportunidad de involucrarse de manera directa en los procesos operativos.

Nuestro desafío como equipo multidisciplinario se centró en entender que no tan solo las variables de OEE son necesarias para el proceso, sino que también es relevante comprender cómo la mineralogía y otras variables impactan de manera directa en los indicadores y metas.

Gracias a esta práctica del Sistema de Gestión C+ podemos enfocar los esfuerzos de cada uno de los equipos de Ministro Hales, donde más se necesitan, y lograr resultados mejores y más eficientes dado que las palancas apuntan al 80-20 de las pérdidas.

Debemos aprender a entender el *full potential* con variables adicionales a la disponibilidad, utilización y rendimiento para disminuir el riesgo en la captura de valor.





**\_DIVISIÓN MINISTRO HALES**

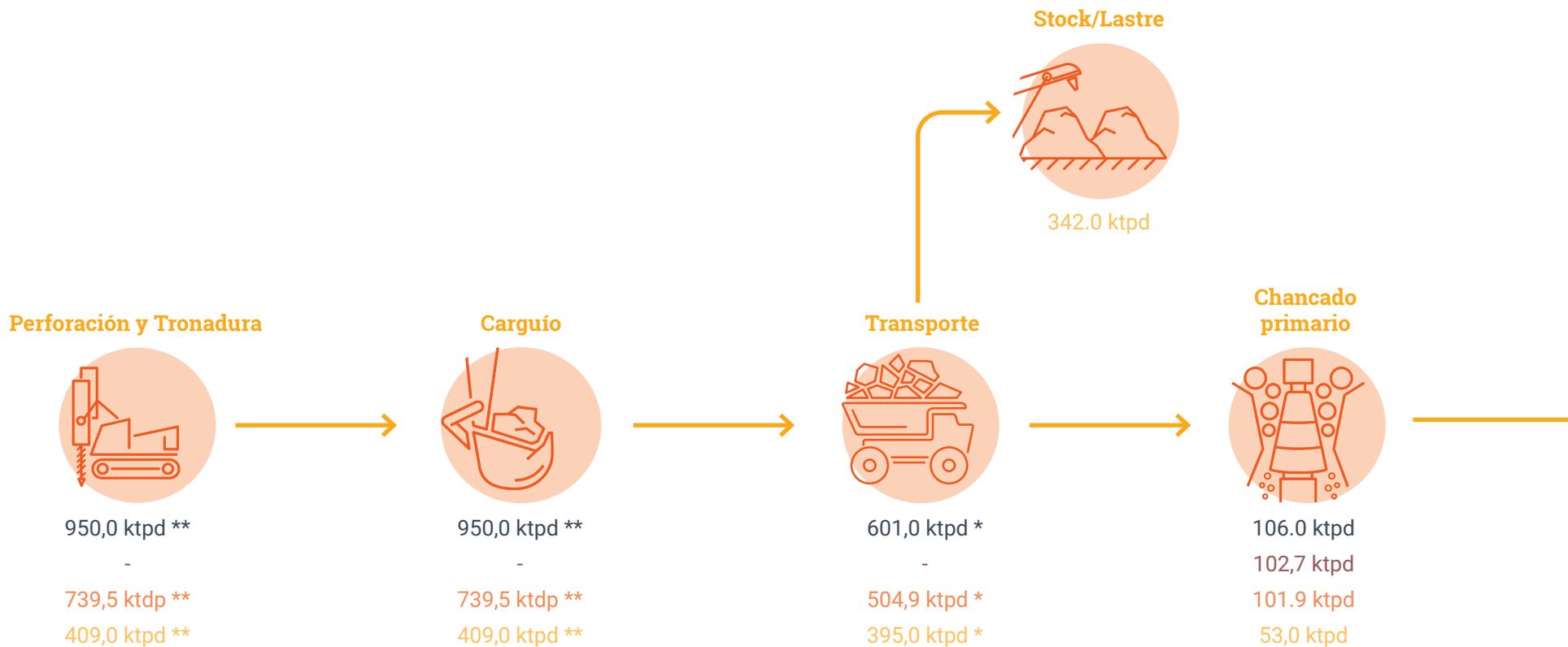


# Diagrama de flujo de procesos

---

División Ministro Hales

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Ministro Hales

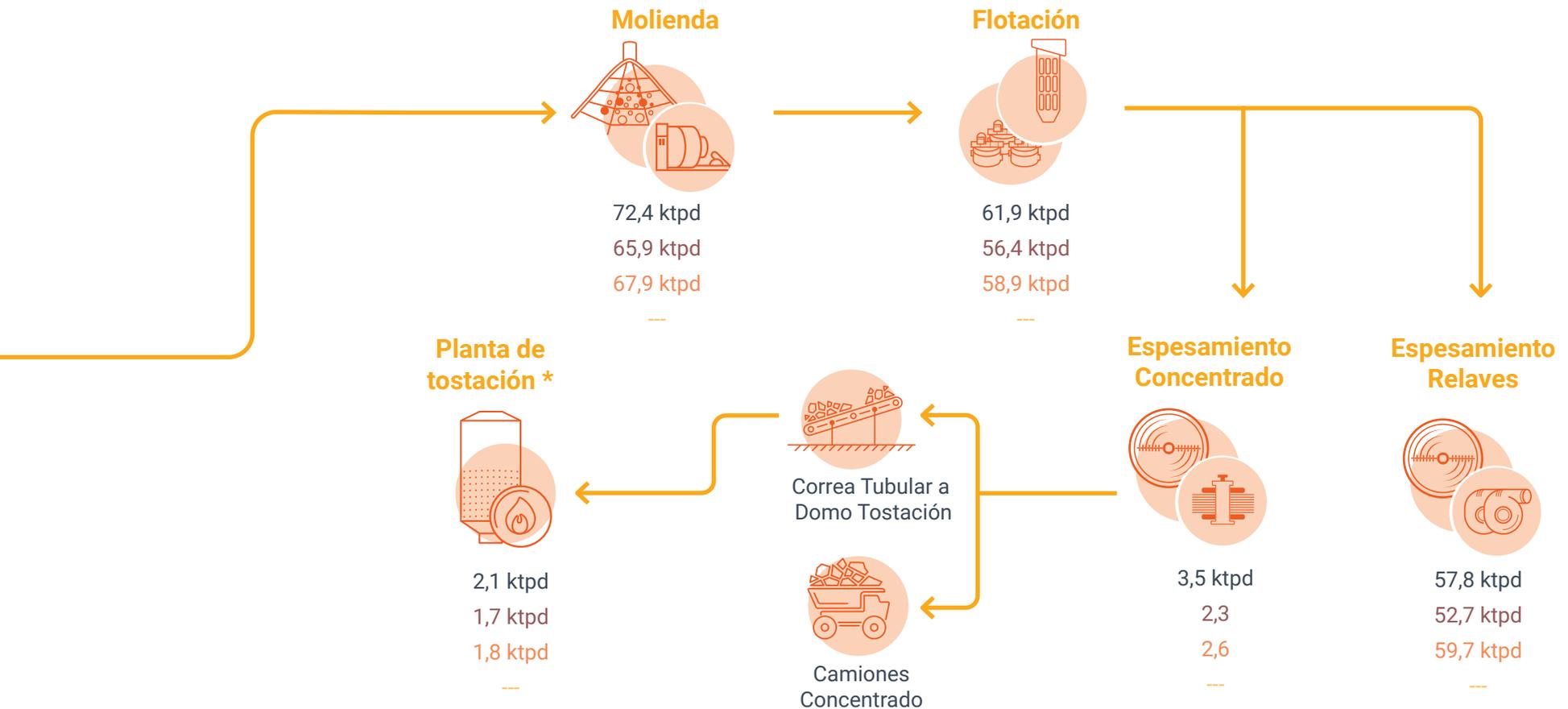


-  Límite teórico
-  Capacidad de diseño
-  Límite técnico
-  Línea base 2020 (Dic19 - Dic 20)

\* Flotas CAEX Propios (CAT 797F y KOM 930E)

\*\* Flotas Palar Propias (Bucyrus, PC 8000 y PC 5500), se excluyen equipos ICV

## Diagrama de Flujo de Proceso Planta Concentradora



"-" No se ha declarado valor por parte de la división

\* Rendimiento sujeto al tipo de mineralogía del concentrado



## Límites técnicos y teóricos

---

### Fuentes utilizadas

1-. Se utiliza data histórica y de diseño para el cálculo de los límites técnicos y teóricos de Carguío y Transporte, la data se encuentra en la plataforma jigsaw, además se utilizó PND 2020.

2-. Se utiliza data histórica y de diseño para el cálculo de los límites técnicos y teóricos del **chancado primario**. La data se encuentra en plataforma PI, además se utilizó manuales de diseño Chancado.

### Criterios considerados

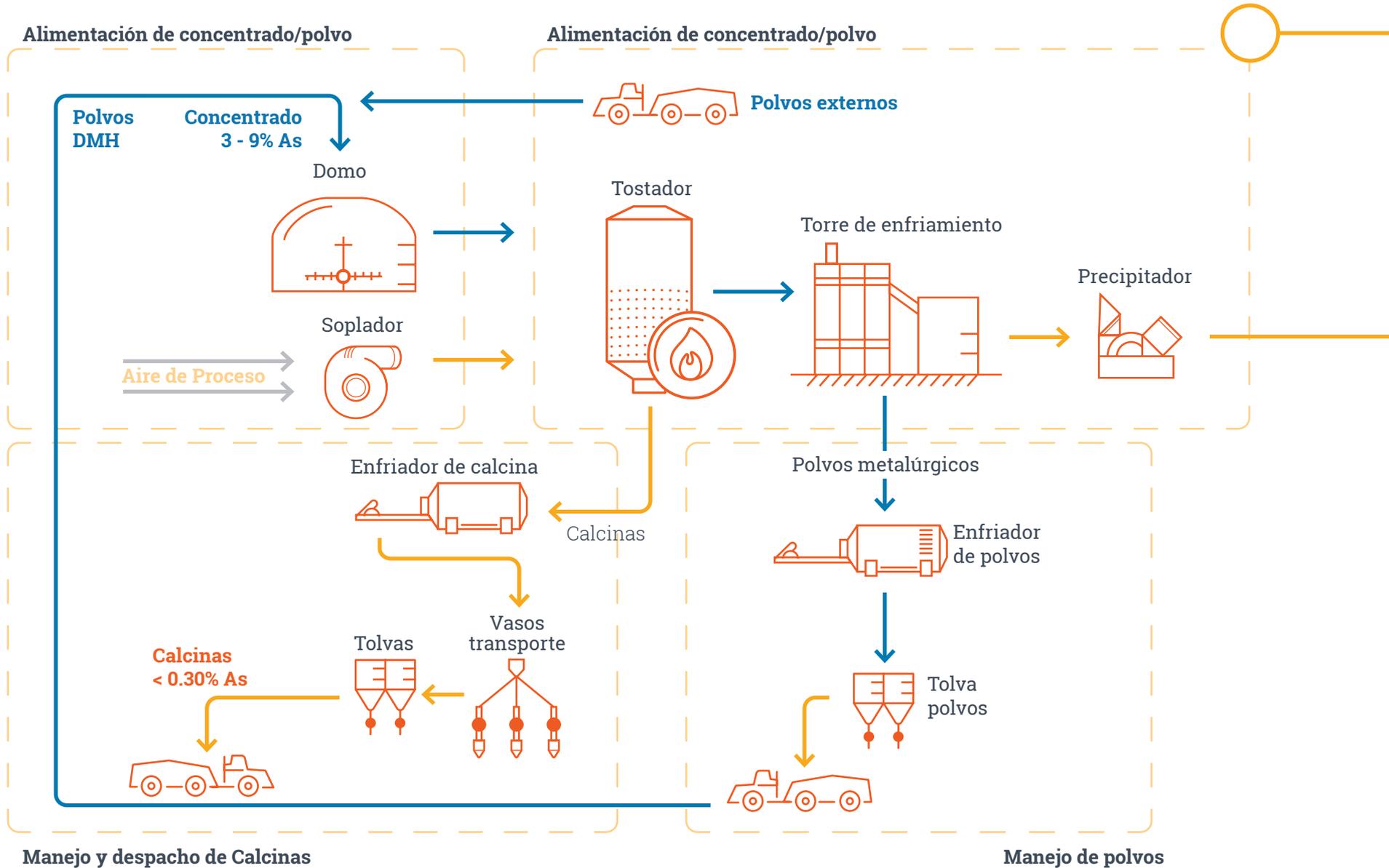
1-. Carguío y Transporte: se utiliza criterios de diseño de capacidad de carguío y rendimiento programado PND 2020 solo para equipos propios excluyendo EQUIPOS ICV.

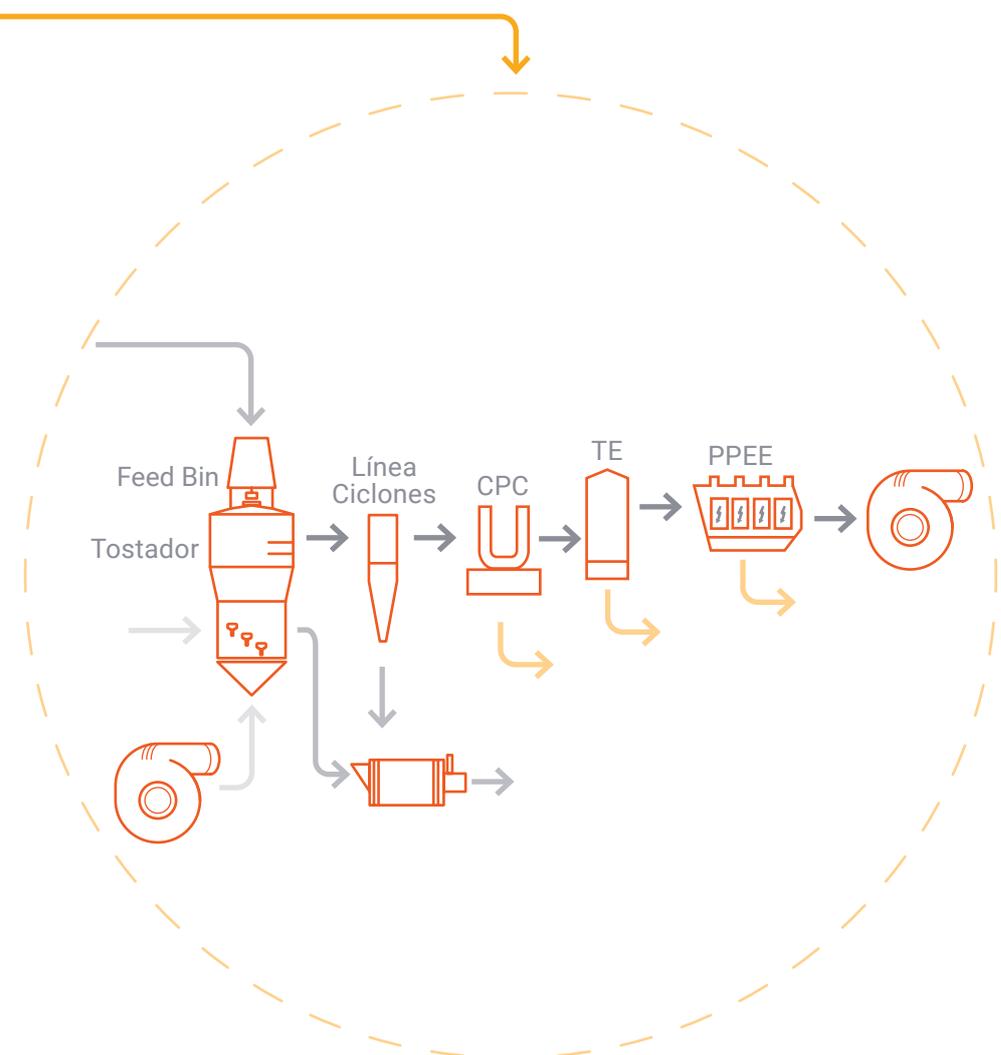
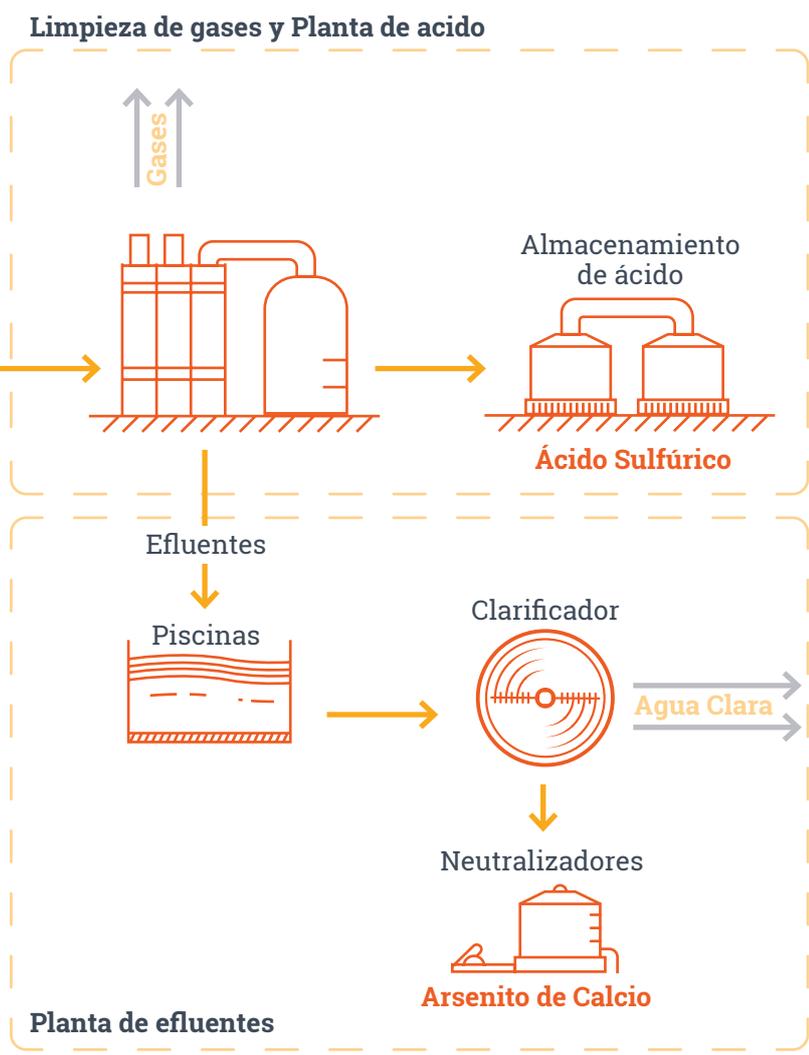
2-. Chancado primario: se utiliza criterios de diseño para cálculos de tonelajes.

### Línea base de cálculos

Tanto carguío como transporte y chancado primario consideran como línea base la data recopilada de dic 19 a dic 20.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO – Complejo tostación





Se divide el complejo en áreas, para abordar de mejor forma el proceso de I&M

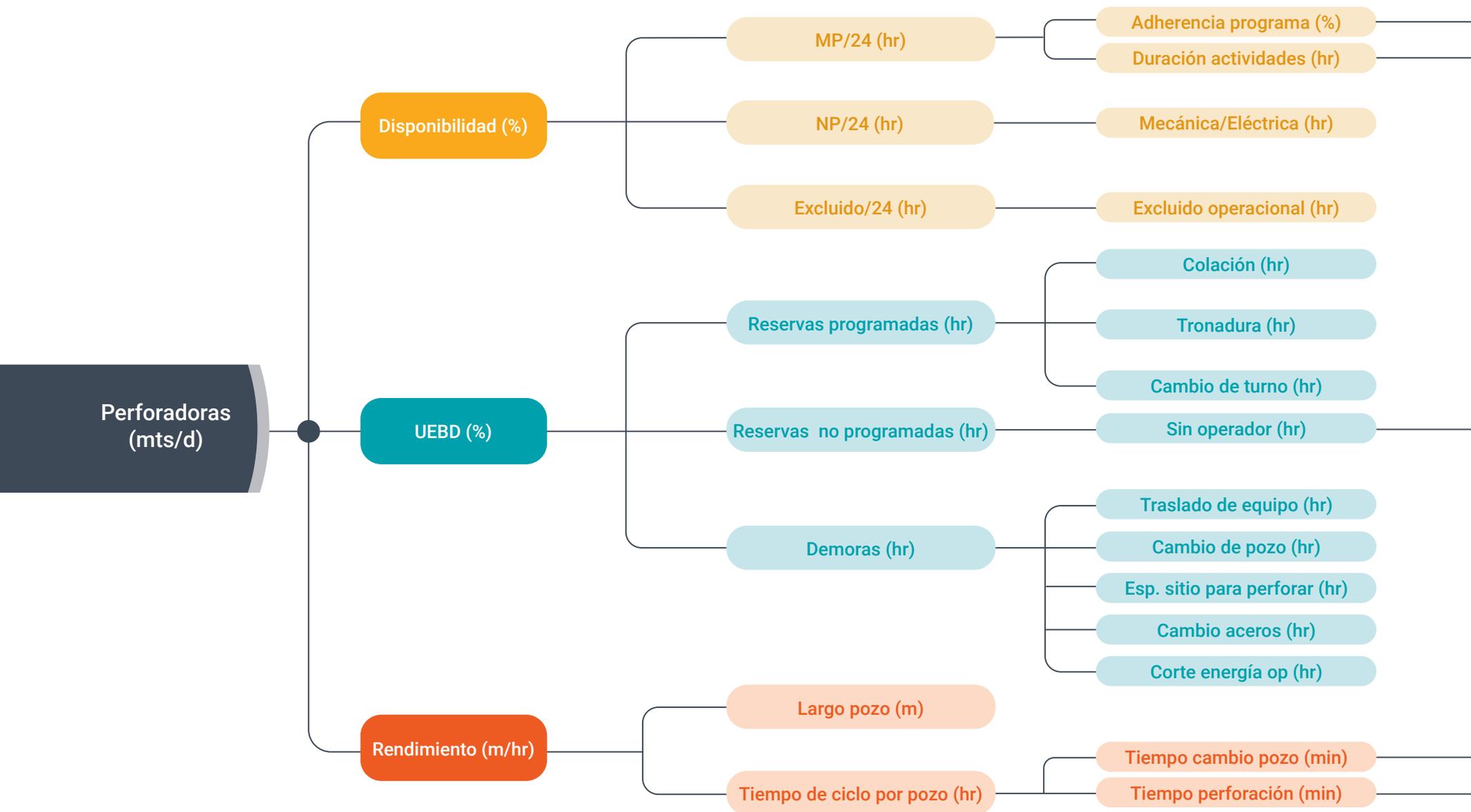


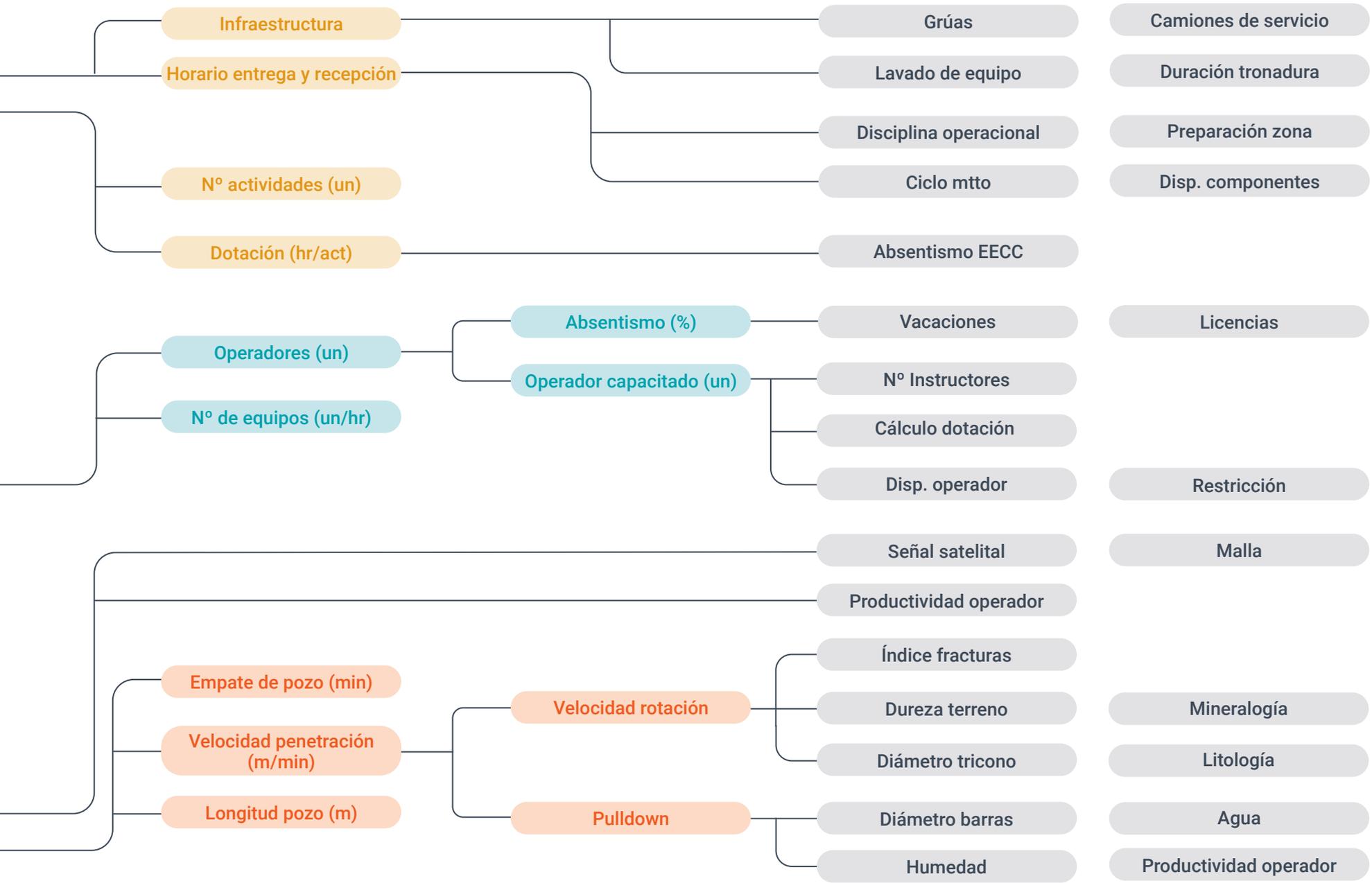
# Árbol KPI

---

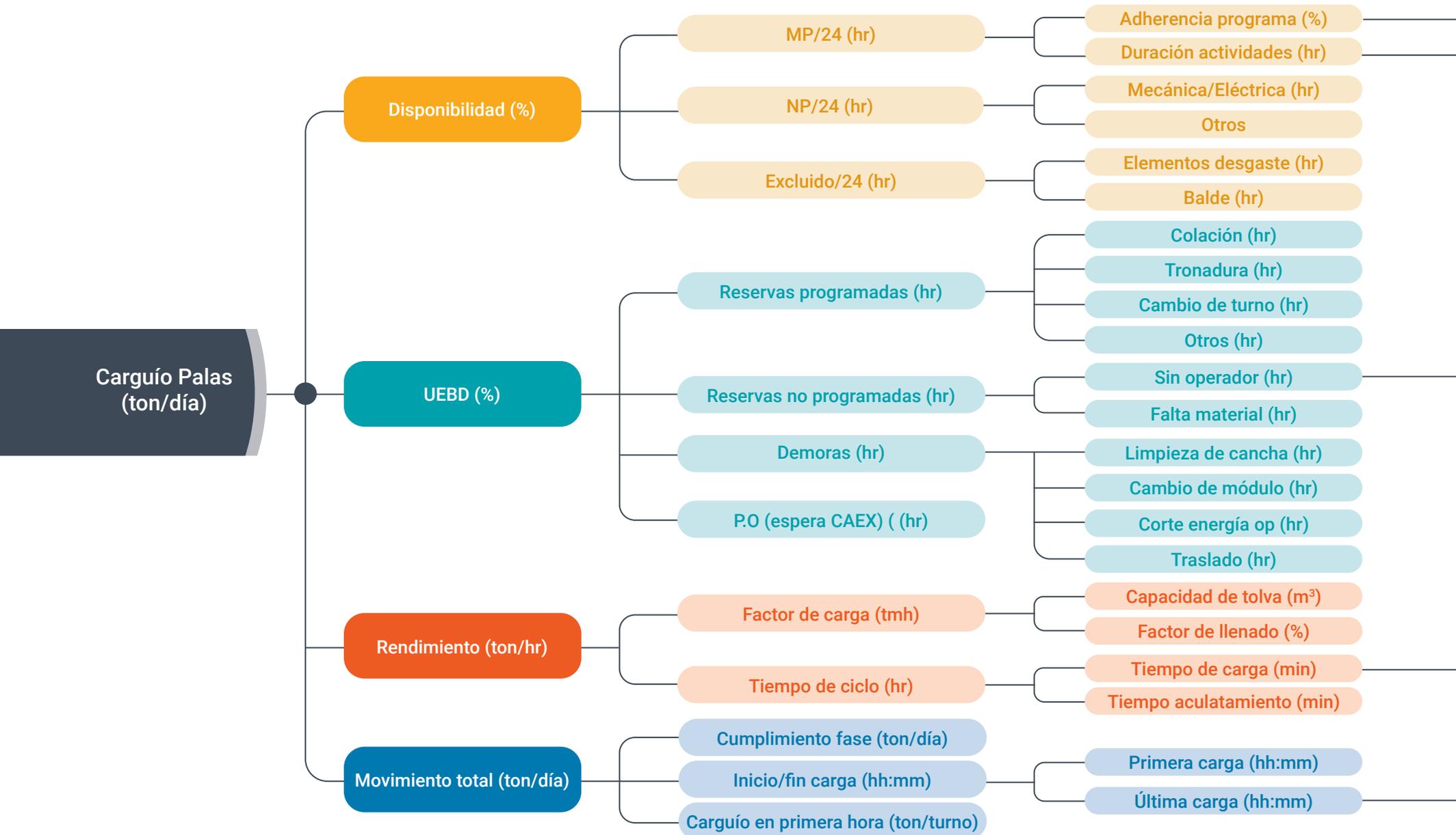
División Ministro Hales

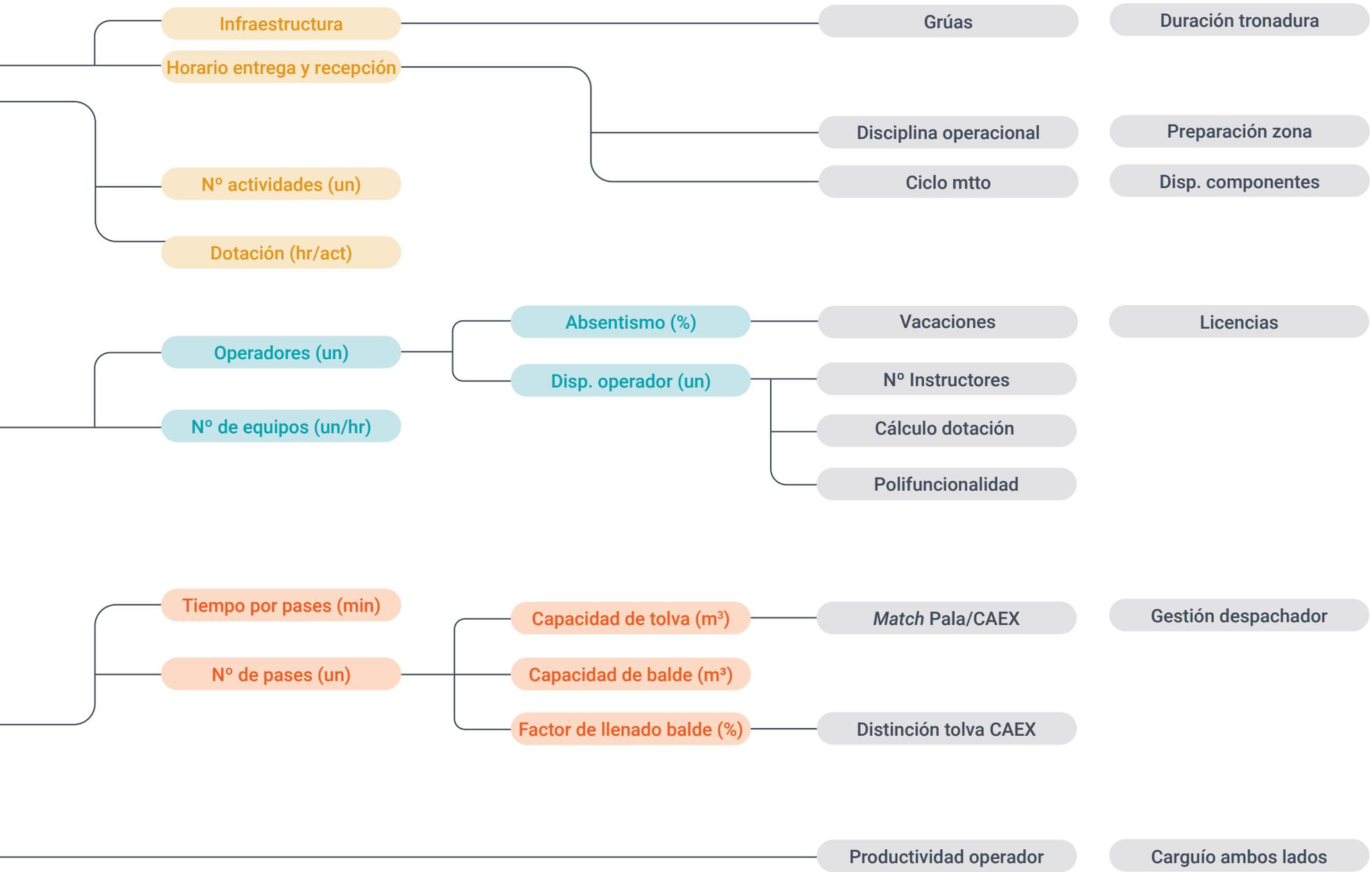
## ÁRBOL KPI – Perforación y tronadura



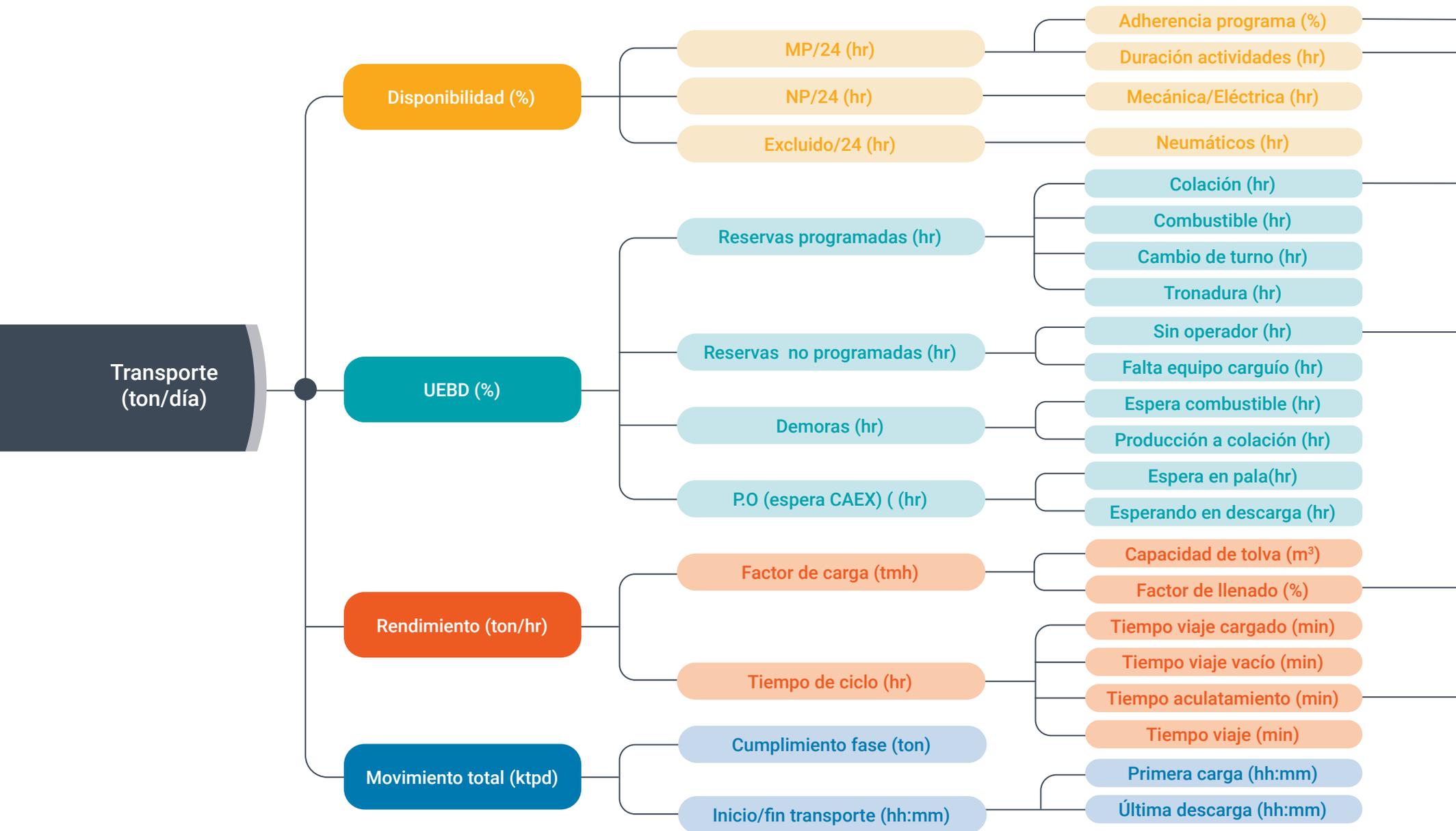


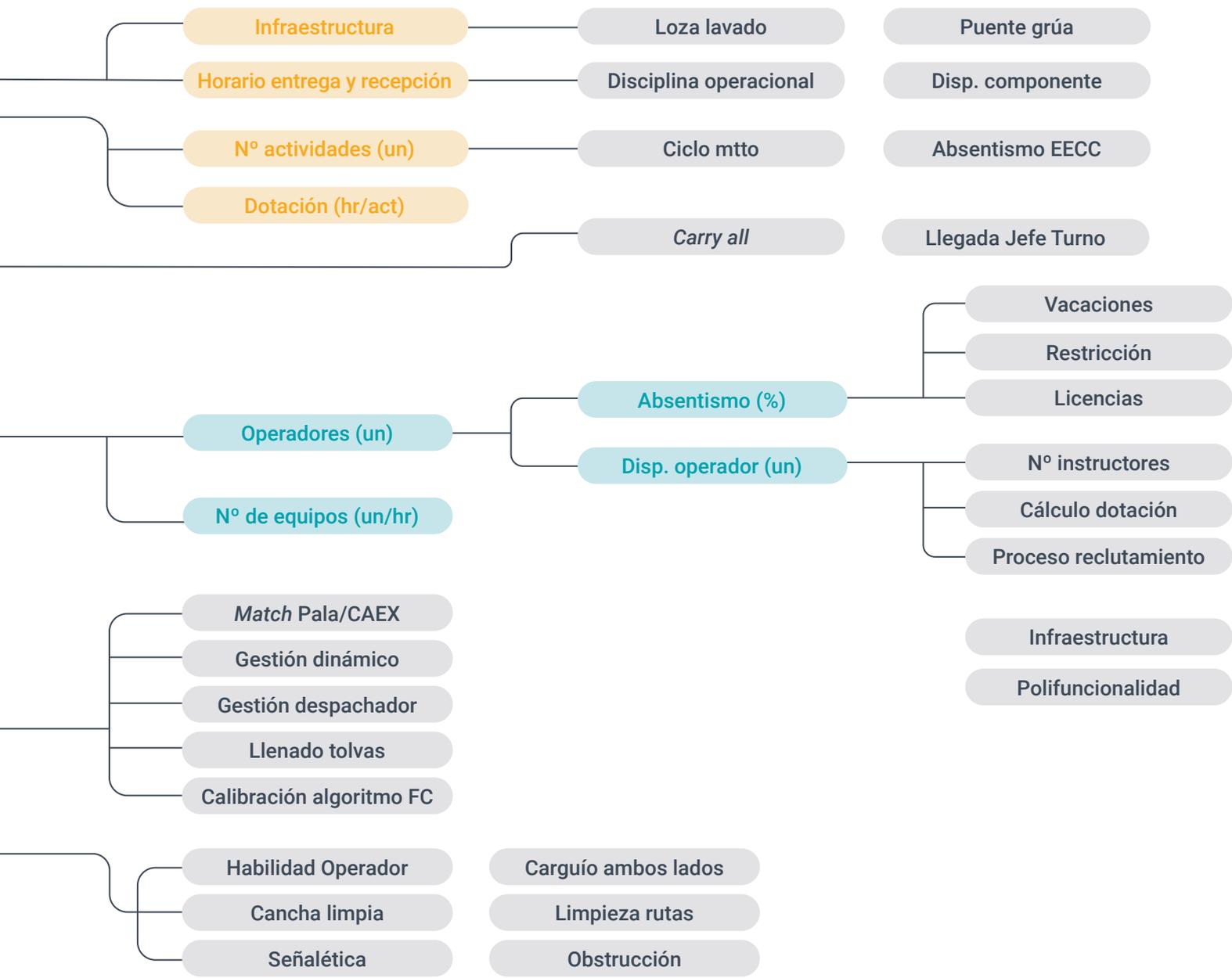
## ÁRBOL KPI – Carguío



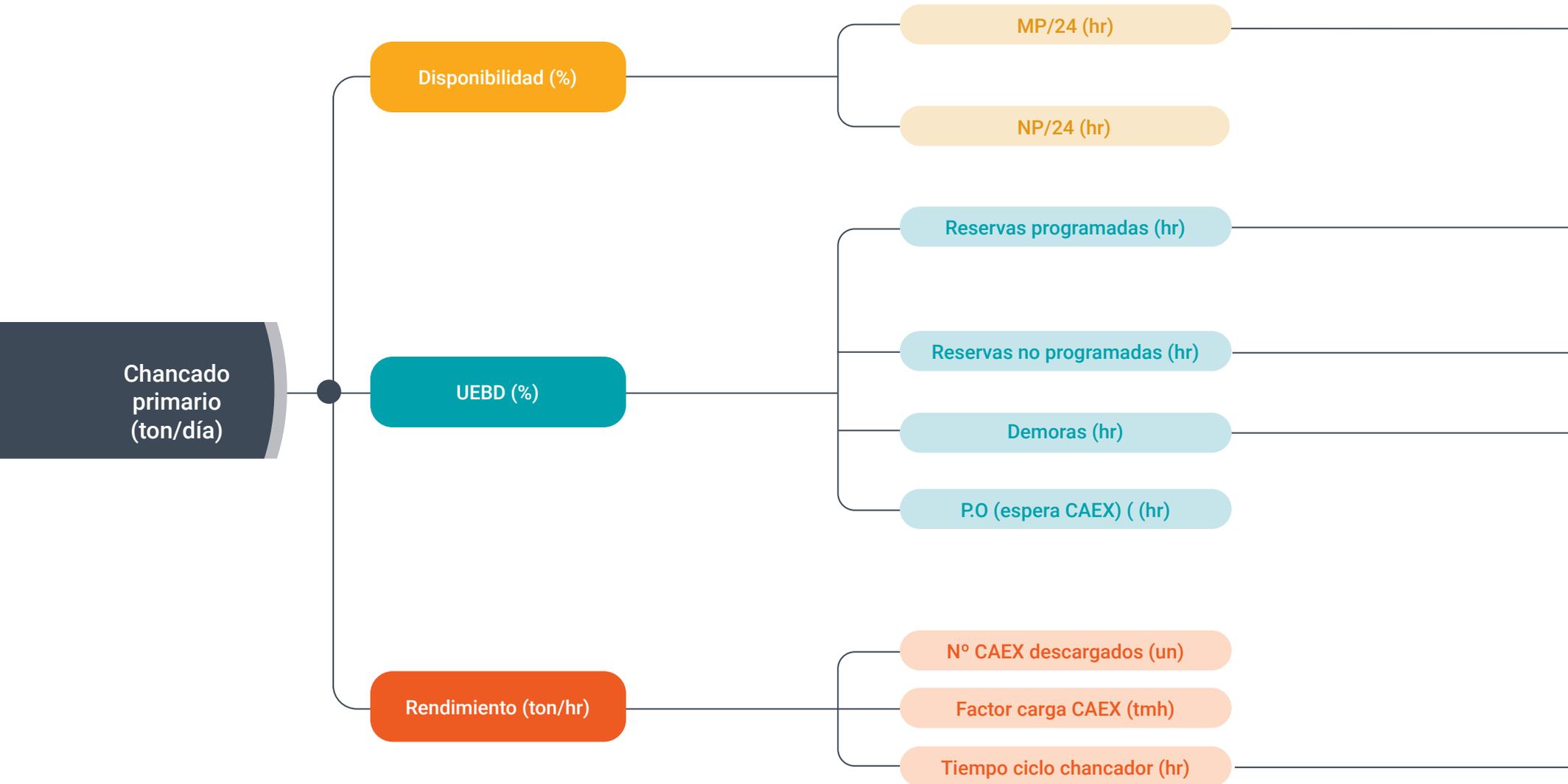


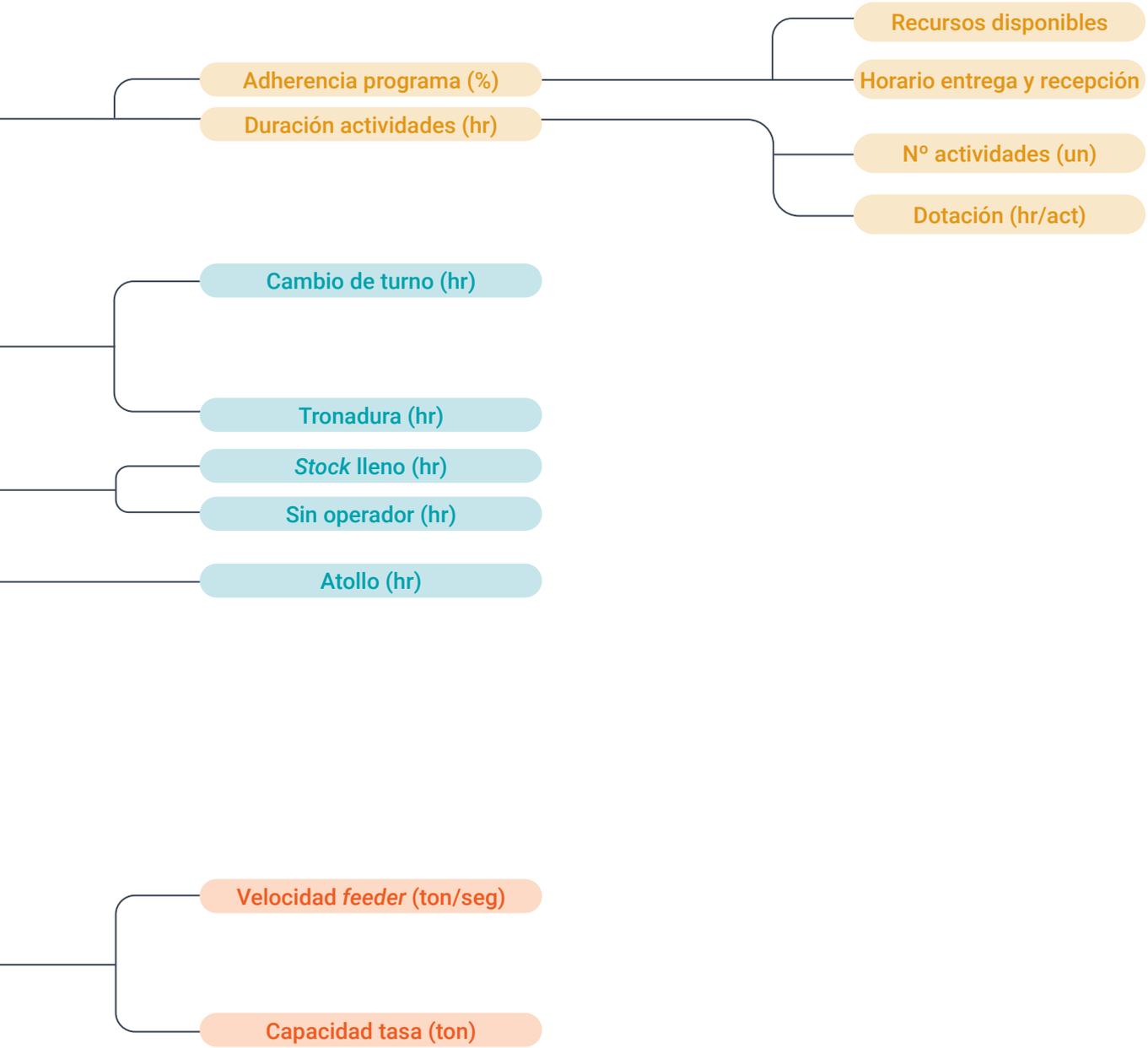
## ÁRBOL KPI – Transporte



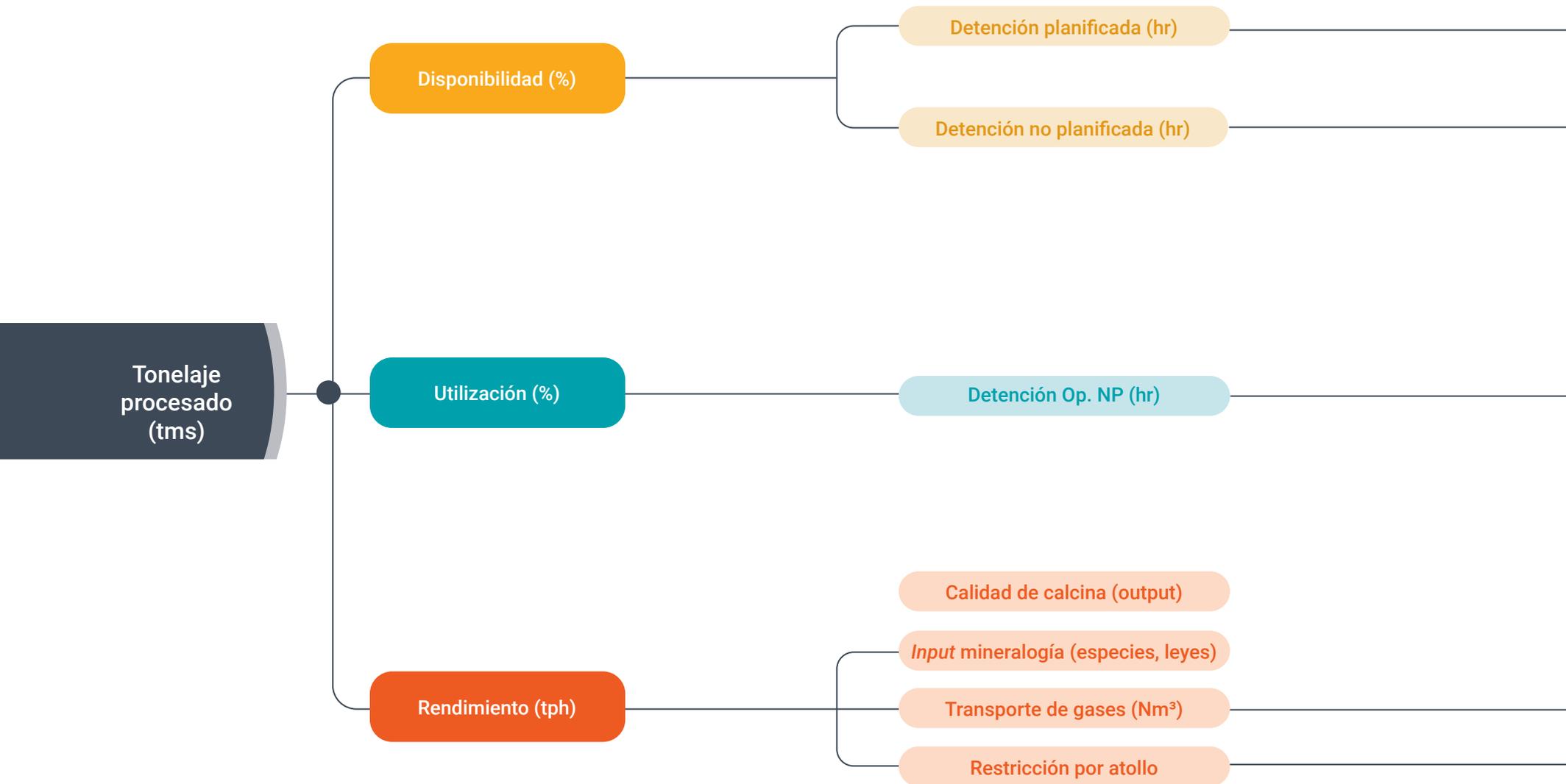


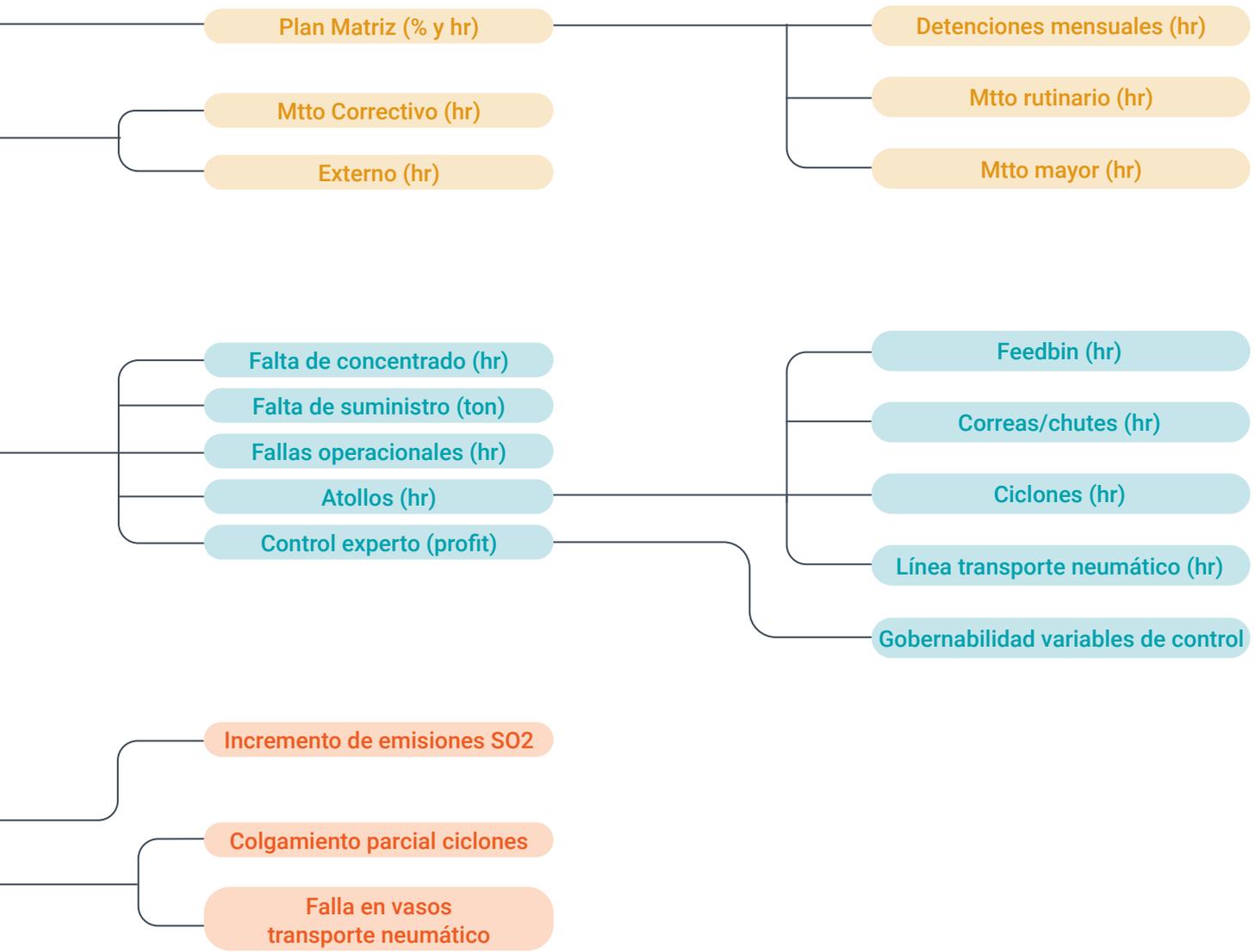
## ÁRBOL KPI – Chancado





## ÁRBOL DE VALOR – Complejo tostación





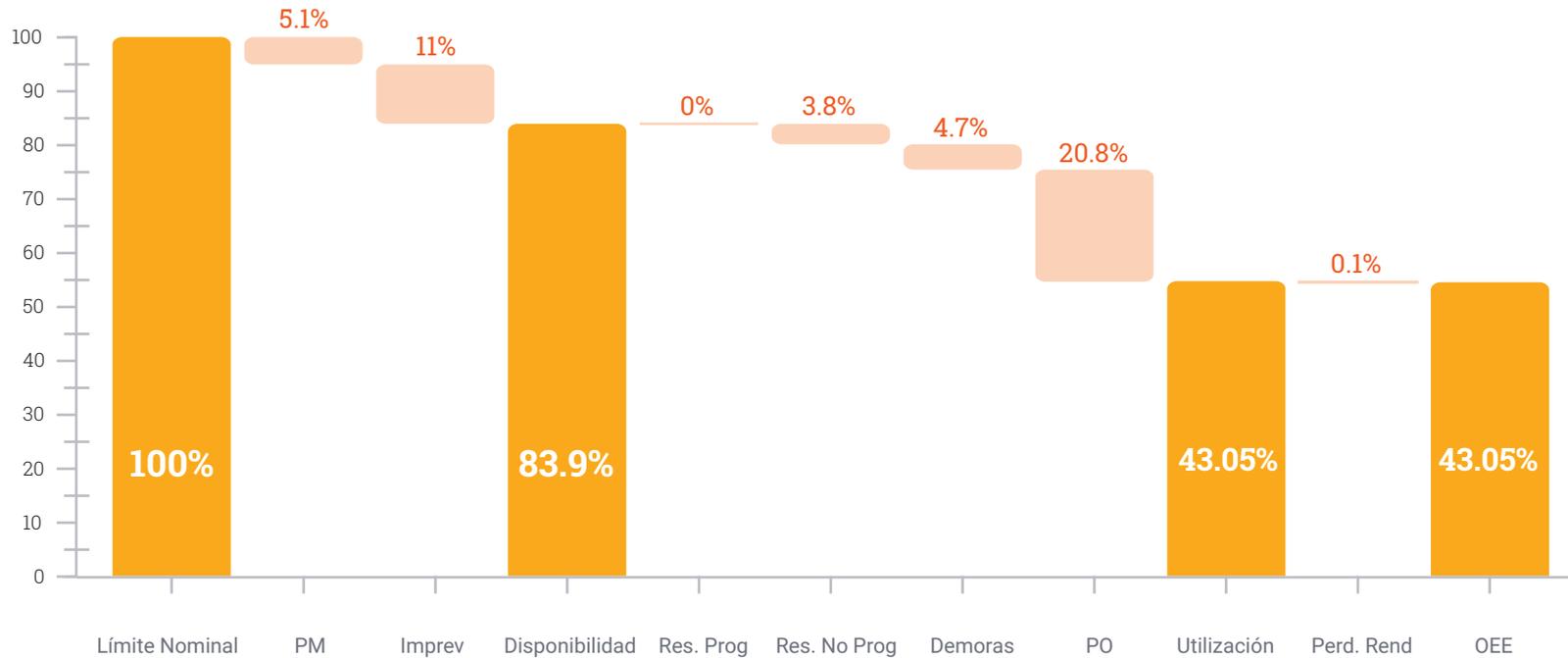


# Análisis equipos

---

División Ministro Hales

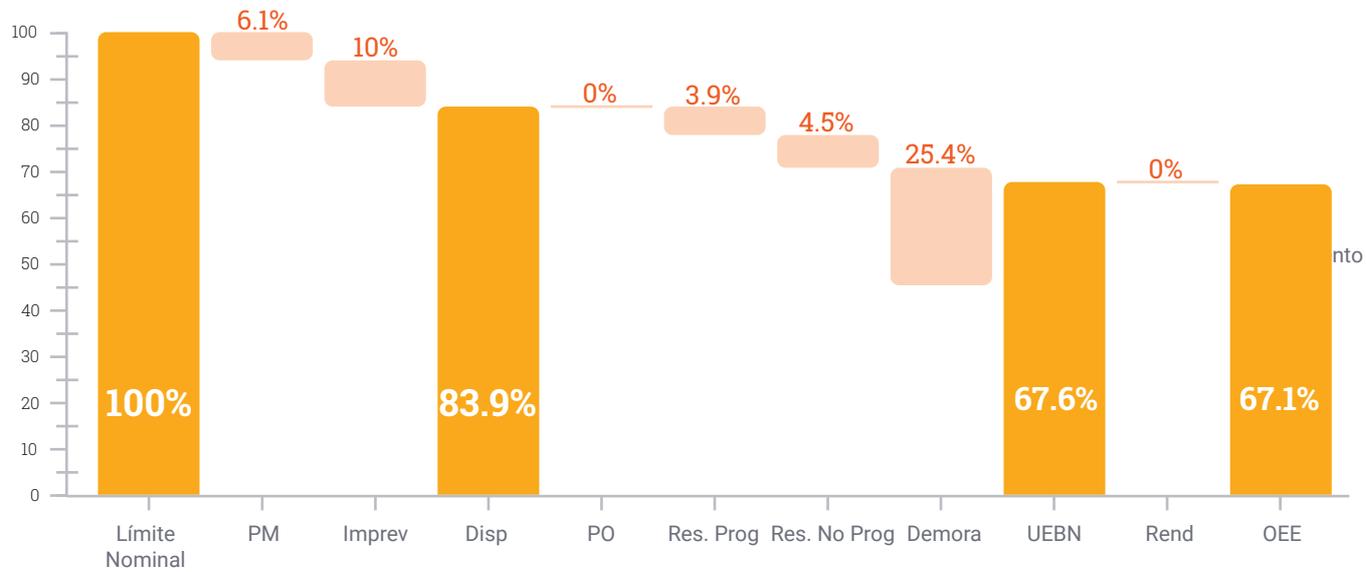
## ANÁLISIS OEE FLOTA – Perforadoras – 01 diciembre 2019 al 01 diciembre 2020



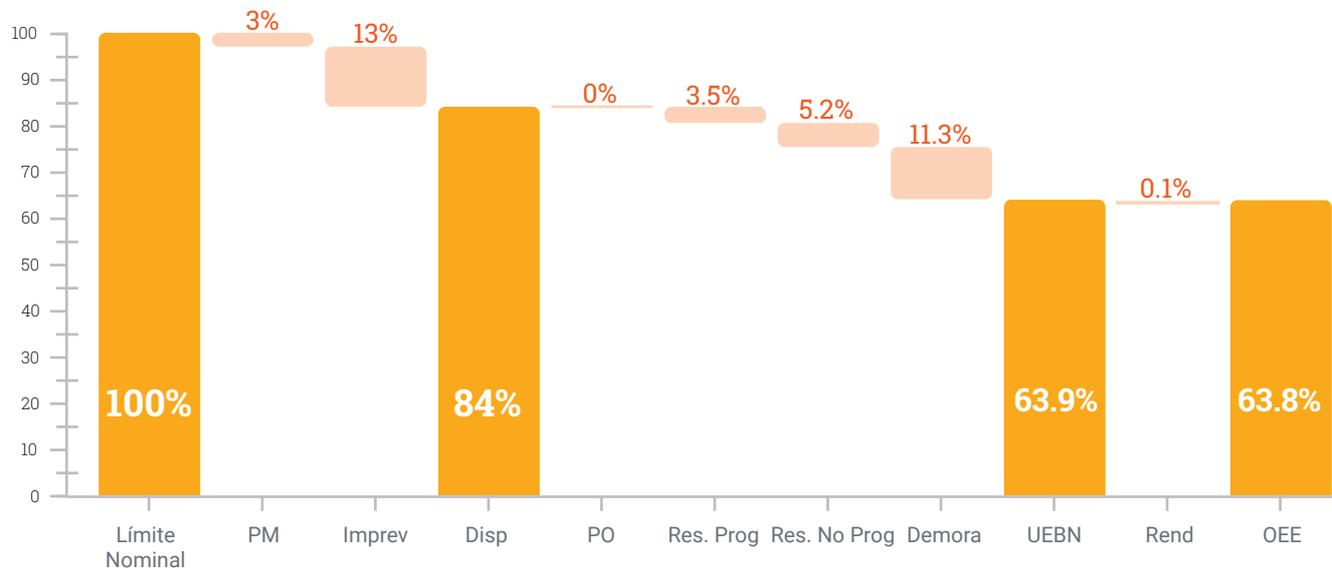
	Límite Nominal	PM	Imprev	Disponibilidad	Res. Prog	Res. No Prog	Demoras	PO	Utilización	Perd. Rend	OEE
Porcentaje	100 %	5,1 %	11 %	83,9 %	0 %	3,8 %	4,7 %	20,8 %	43,0 %	0,1 %	43,0 %
Horas/Día	24	1,2	2,6	20,1	0	0,9	1,1	5	13,1	0,03	13,1
Kton/Días	1129	57,7	123,8	947,5	0	42,4	53,5	234,5	617,1	1,5	615,6

## Perforadoras — Principales palancas para alcanzar Aspiración

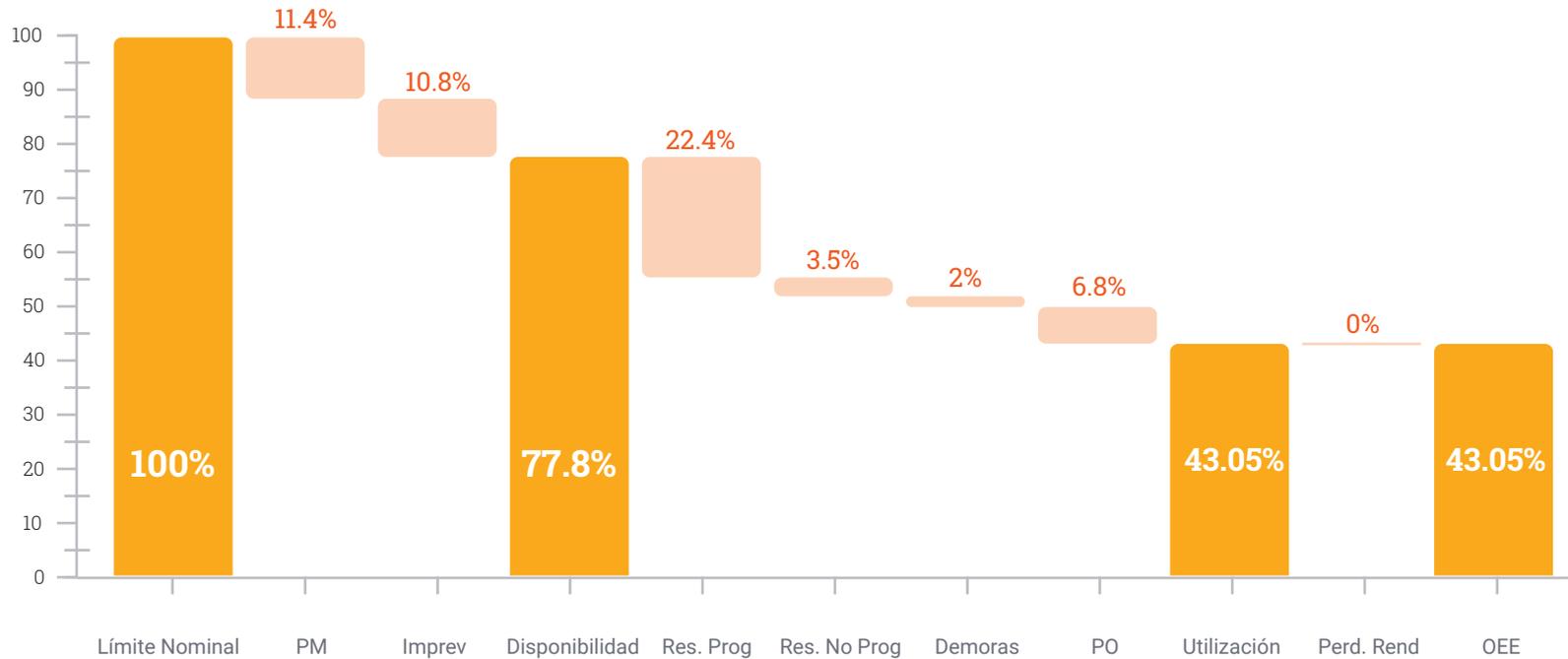
**OEE Perforadora Bucyrus 49R**  
(dic 19 a dic 20)



**OEE Perforadora CAT MD6250**  
(dic 19 a dic 20)



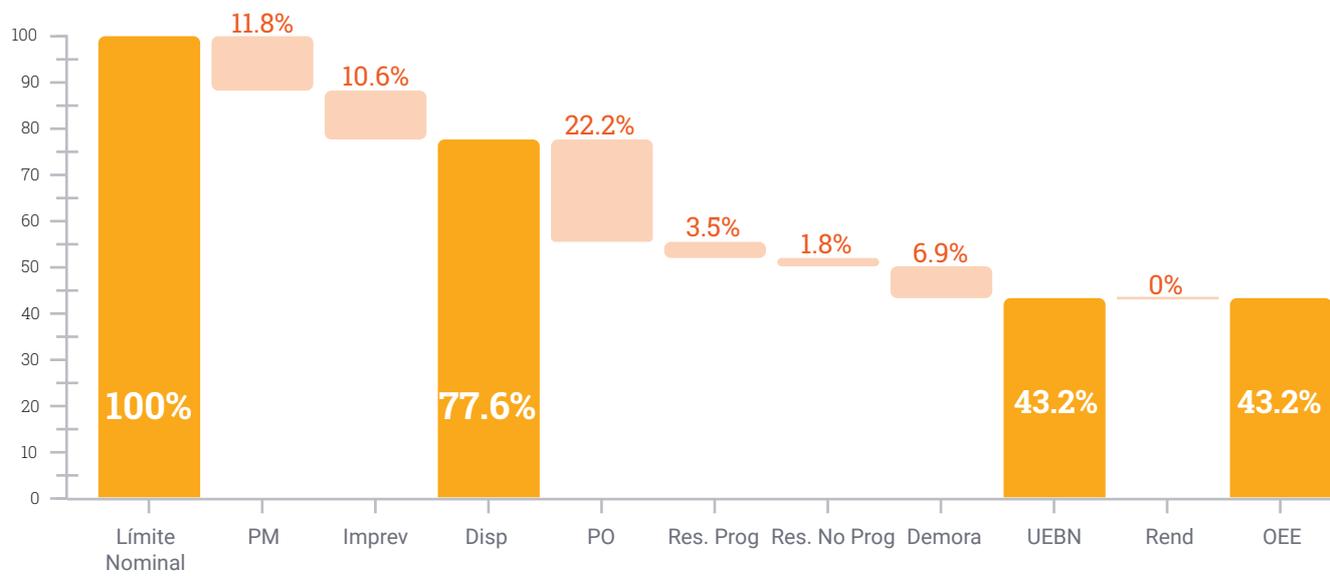
## ANÁLISIS OEE FLOTA – Palas – 01 diciembre 2019 al 01 diciembre 2020



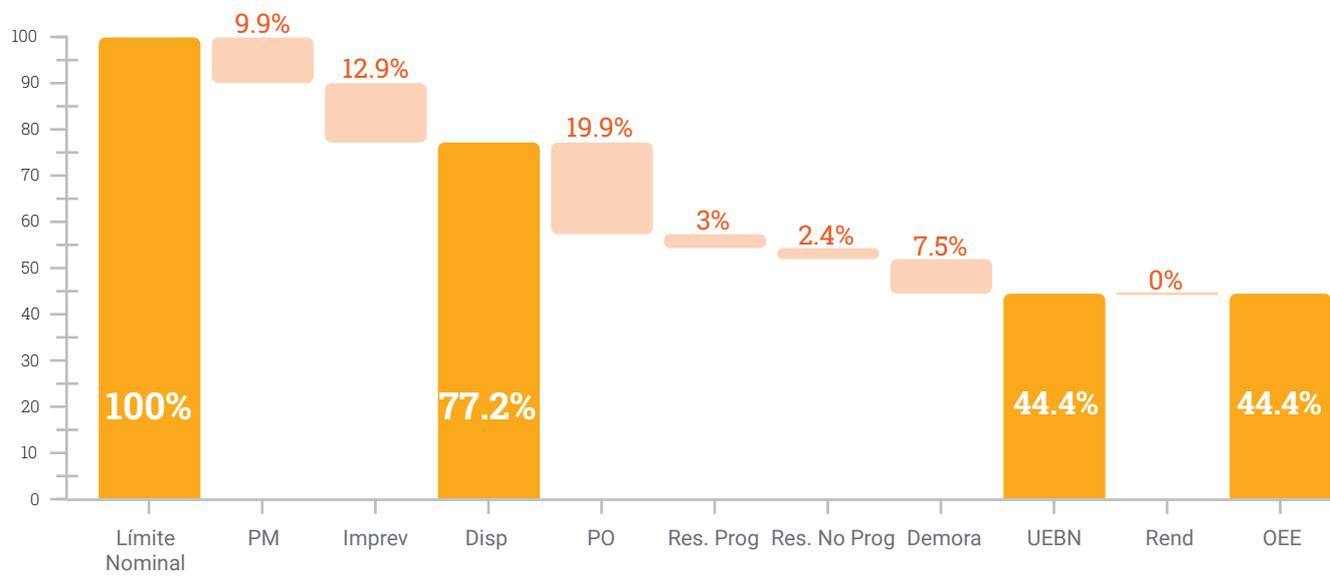
	Límite Nominal	PM	Imprev	Disponibilidad	Res. Prog	Res. No Prog	Demoras	PO	Utilización	Perd. Rend	OEE
Porcentaje	100 %	11,4 %	10,8 %	77,8 %	22,4 %	3,5 %	2 %	6,8 %	43,0 %	0 %	43,0 %
Horas/Día	24	2,7	2,6	18,7	5,4	0,8	0,5	1,6	10,3	0	10,3
Kton/Días	950	107,9	102,9	739,5	212,7	33,4	19,4	65	409	0	409

## ANÁLISIS OEE PALAS – Principales palancas para alcanzar Aspiración

**OEE Palas Bucyrus 495R2**  
(dic 19 a dic 20)

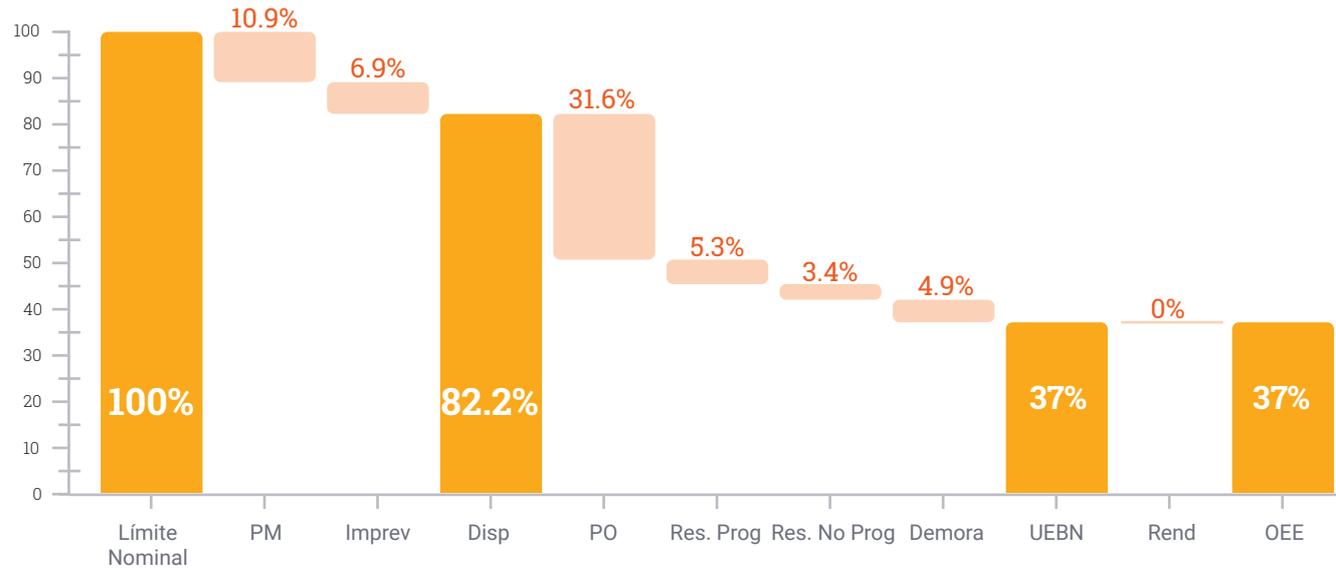


**OEE Palas PC 8000**  
(Dic 19 a Dic20)

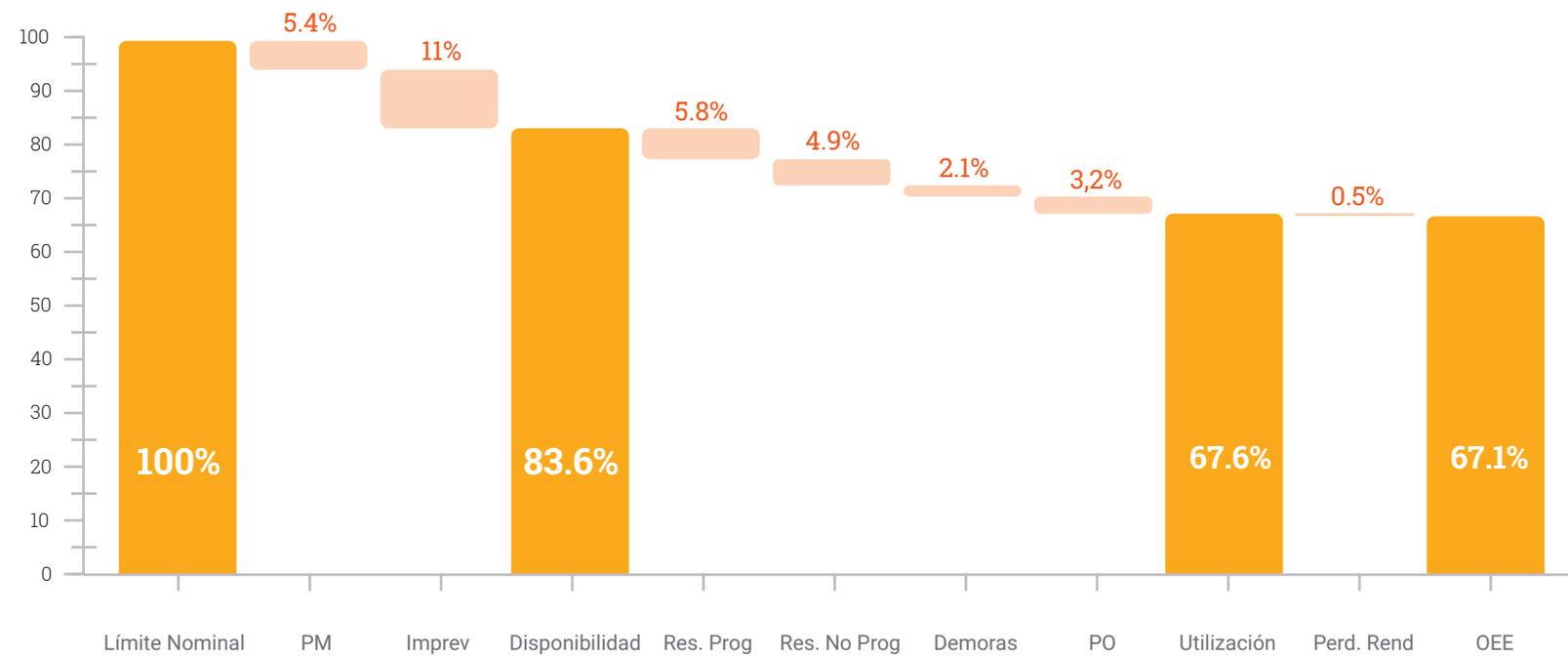


## ANÁLISIS OEE PALAS – Principales palancas para alcanzar Aspiración

**OEE Palas PC  
55000  
(dic 19 a dic 20)**

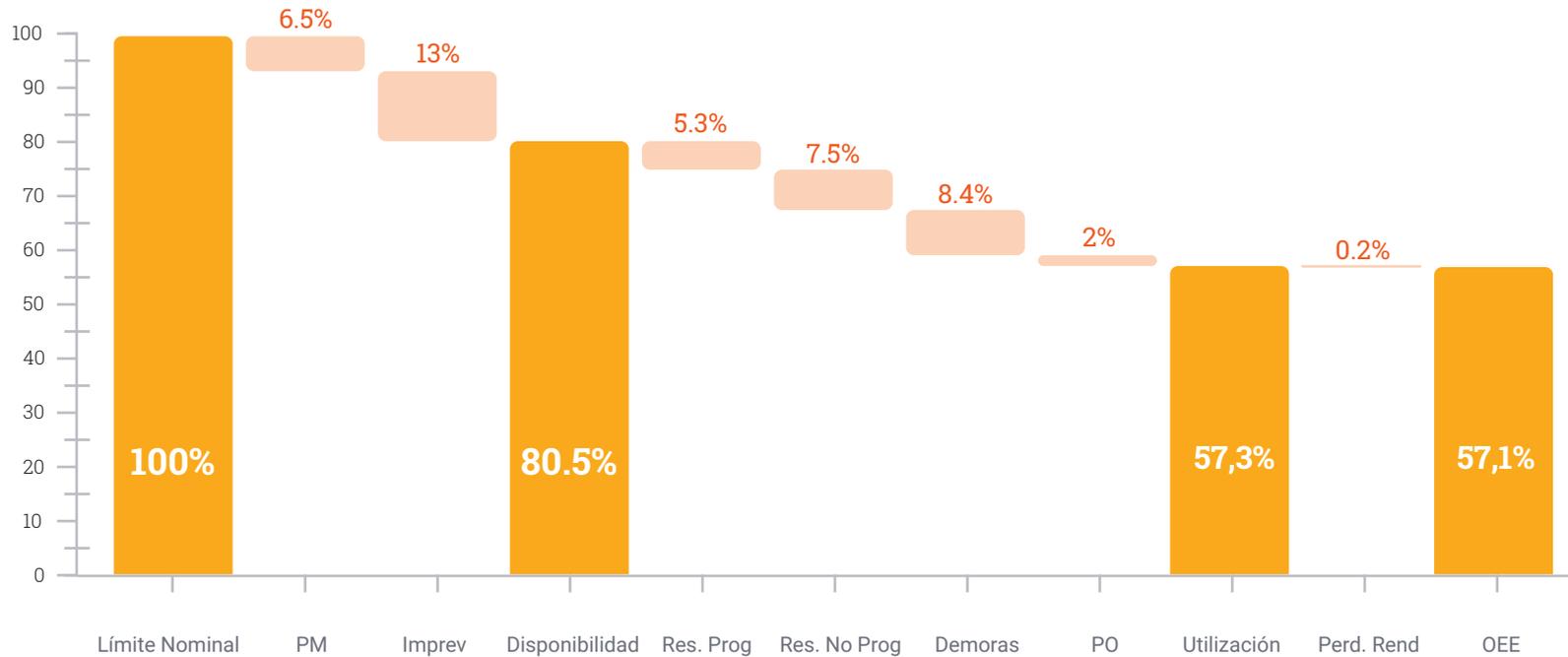


## ANÁLISIS OEE FLOTA – CAEX 797F – 01 diciembre 2019 al 01 diciembre 2020



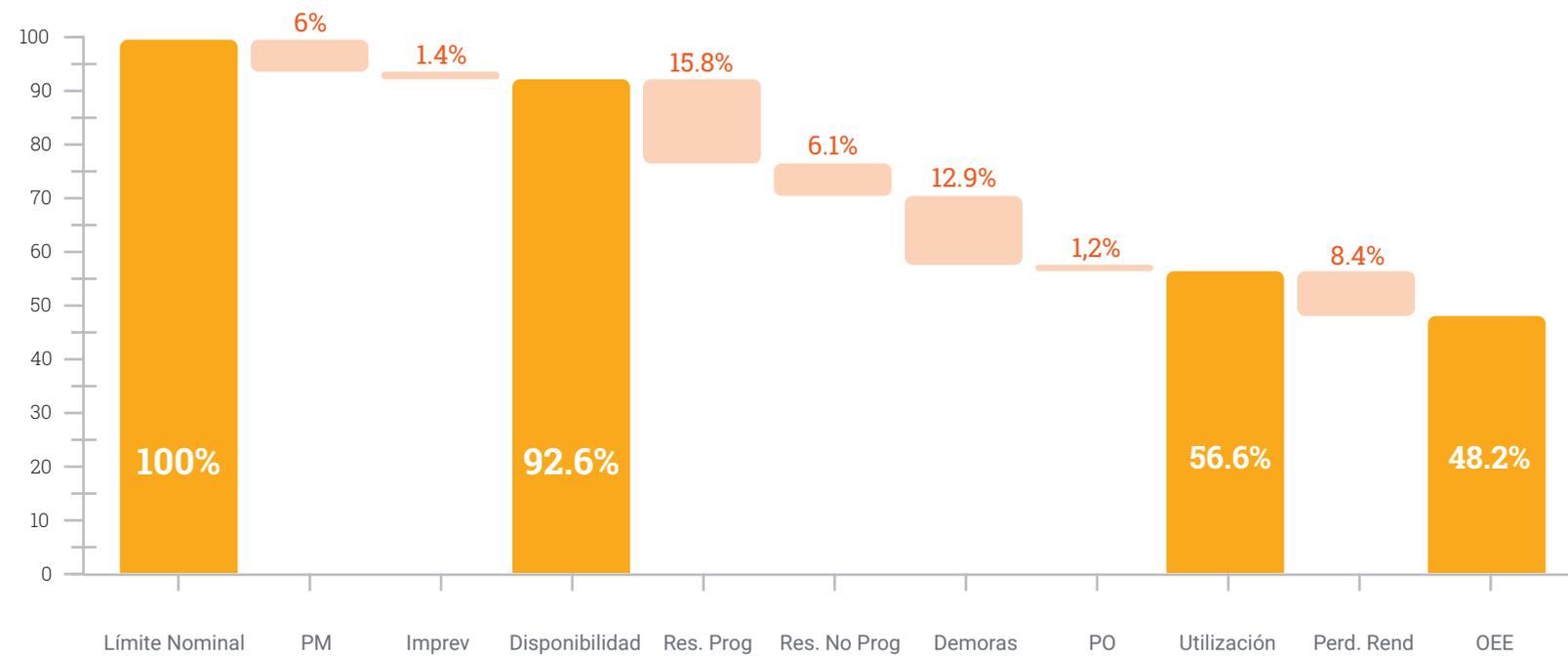
	Límite Nominal	PM	Imprev	Disponibilidad	Res. Prog	Res. No Prog	Demoras	PO	Utilización	Perd. Rend	OEE
Porcentaje	100 %	5,4 %	11 %	83,6 %	5,8 %	4,9 %	2,1 %	3,2 %	67,6 %	0,5 %	67,1 %
Horas/Día	24	1,3	2,6	20,1	1,4	1,2	0,5	0,8	16,2	0,11	16,1
Kton/Días	508	27	56	425	29	25	11	16	343	2,4	341

## ANÁLISIS OEE FLOTA – CAEX KOM903E – 01 diciembre 2019 al 01 diciembre 2020



	Límite Nominal	PM	Imprev	Disponibilidad	Res. Prog	Res. No Prog	Demoras	PO	Utilización	Perd. Rend	OEE
Porcentaje	100 %	6,5 %	13 %	80,5 %	5,3 %	7,5 %	8,4 %	2 %	57,3 %	0,2 %	57,1 %
Horas/Día	24	1,6	3,1	19,3	1,3	1,8	2	0,5	13,7	0,05	13,7
Kton/Días	95	6	12	76	5	7	8	2	54	0,2	54

## ANÁLISIS OEE FLOTA – Chancado – 01 diciembre 2019 al 01 diciembre 2020



	Límite Nominal	PM	Imprev	Disponibilidad	Res. Prog	Res. No Prog	Demoras	PO	Utilización	Perd. Rend	OEE
Porcentaje	100 %	6 %	1,4 %	92,6 %	15,8 %	6,1 %	12,9 %	1,2 %	56,6 %	8,4 %	48,2 %
Horas/Día	24	1,4	0,3	22,2	3,8	1,5	3,1	0,3	13,6	2	11,6
Kton/Días	110	6	1,5	101,9	17,3	6,7	14,2	1,4	62,3	9,3	53



# Proceso cuello de botella

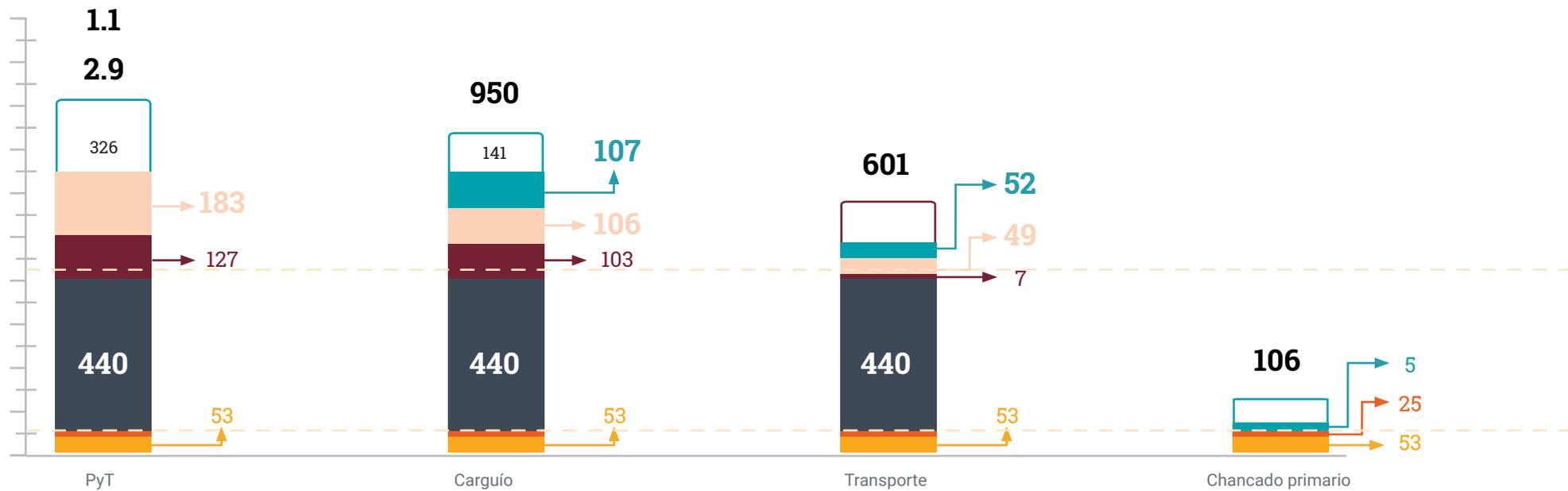
---

División Ministro Hales

## CUELLO DE BOTELLA PROCESO MINERO EN KTPD – Proceso de transporte (CAEX)

### Mapa de capacidad – Alto nivel

ktpd, línea base 01 dic 19 al 01 dic 20 promedio total mina periodo 493 ktpd



## Leyenda

- Pérdidas internas
- Pérdidas aguas arriba
- Pérdidas aguas abajo
- Lastre y Otros mov.
- Stock a Chancado
- Mineral a Chancado

→ **Meta 500 ktpd  
Mov. Total**

→ **62 ktpd Mineral**

## Detalle

- El Cuello de botella actual es el transporte con CAEX, foco aumento disponibilidad.
- El chancado tiene mayor capacidad nominal para tratar mineral.
- Elevar la performance del sistema pala-camión, con foco en CAEX es fundamental para el sistema total de la mina.
- Para el periodo analizado se trató 53 ktpd de mineral a planta concentradora de los cuales el 19% era material de stock y el 81% de fases mina.
- La cantidad de tronaduras está disminuyendo.
- Se excluyen flotas de CAEX contrato ICV .

## INTRODUCCIÓN



**Hugo Aguirre Meneses,**  
Director de Excelencia Operacional,  
División Gabriela Mistral

El Full Potential (Indicadores y Metas) es el habilitador del sistema de gestión C+ a través del cual se busca el mejoramiento de los procesos en las distintas divisiones y es la herramienta que nos permite identificar nuestros Planes de Implementación Tácticos (PIT's) los cuales son nuestra carta de navegación para desplegar la estrategia corporativa en nuestra división.

Bajo esta directriz, el proceso que llevábamos a cabo fue un trabajo arduo y de calidad que involucró a los distintos equipos de trabajo de nuestras operaciones. En una primera

instancia fueron necesarias un número importante de reuniones con cada área para revisar el diseño del proyecto Gaby y cada uno de sus procesos y subprocesos para finalizar con un análisis estadístico de los resultados históricos de la división. Luego se realizaron sesiones de validación con trabajadores y trabajadoras en mesas multidisciplinarias.

Esta práctica nos ayudó a estandarizar un lenguaje sobre los indicadores y sus límites operacionales, lo que nos permitió identificar y centrar nuestro foco en los cuellos de botella para maximizar el uso de los activos de la división.

Uno de los más grandes desafíos estuvo en trabajar en la transformación de mentalidades y comportamientos y si bien hubo conversaciones difíciles durante su desarrollo, contamos con el gerente general y gerente de operaciones como sponsors del Full Potential (indicadores y metas) y esto fue clave para el entendimiento y convicción de la línea operativa.

El punto de inflexión se marcó al entender que como equipo necesitábamos hacer las cosas de manera distinta para alcanzar el máximo potencial en cada uno de nuestros procesos.





**\_DIVISIÓN GABRIELA MISTRAL**

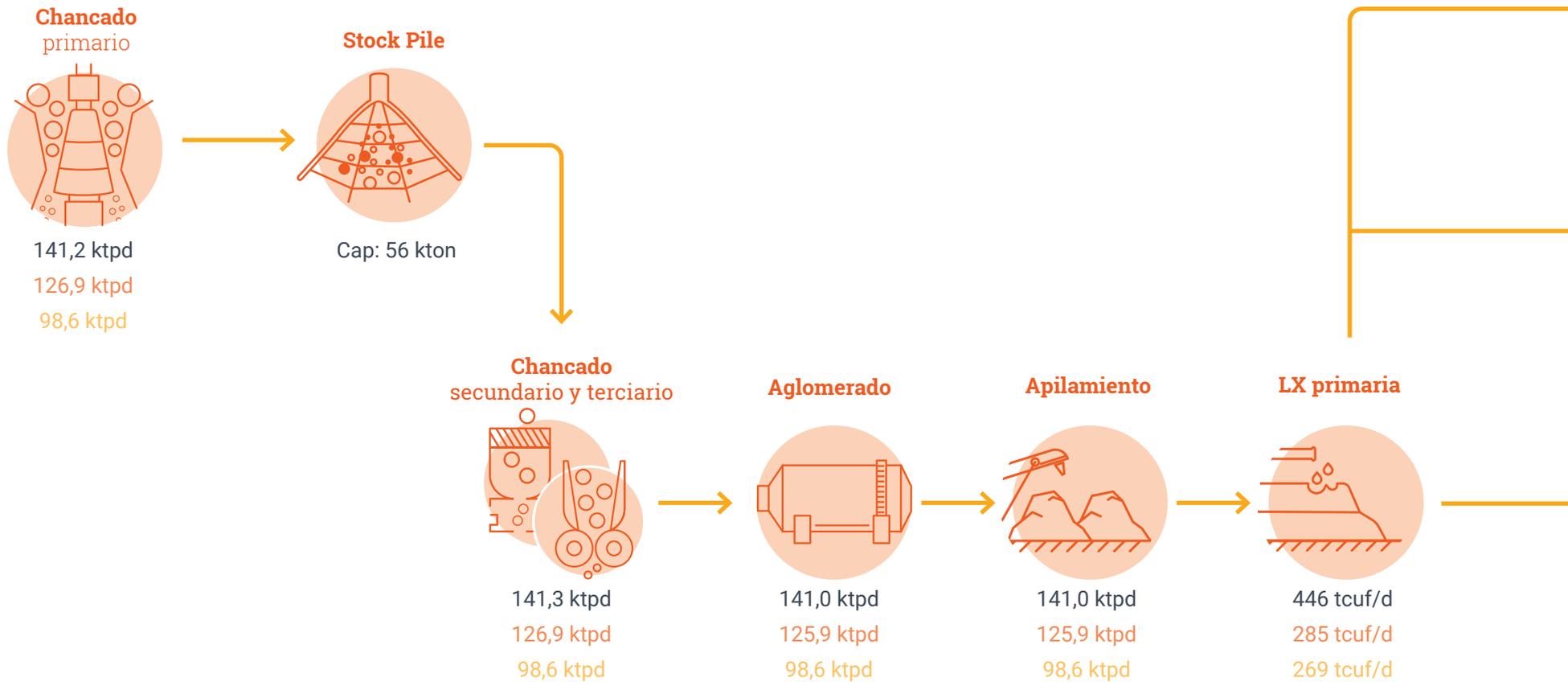


# Diagrama de flujo de procesos

---

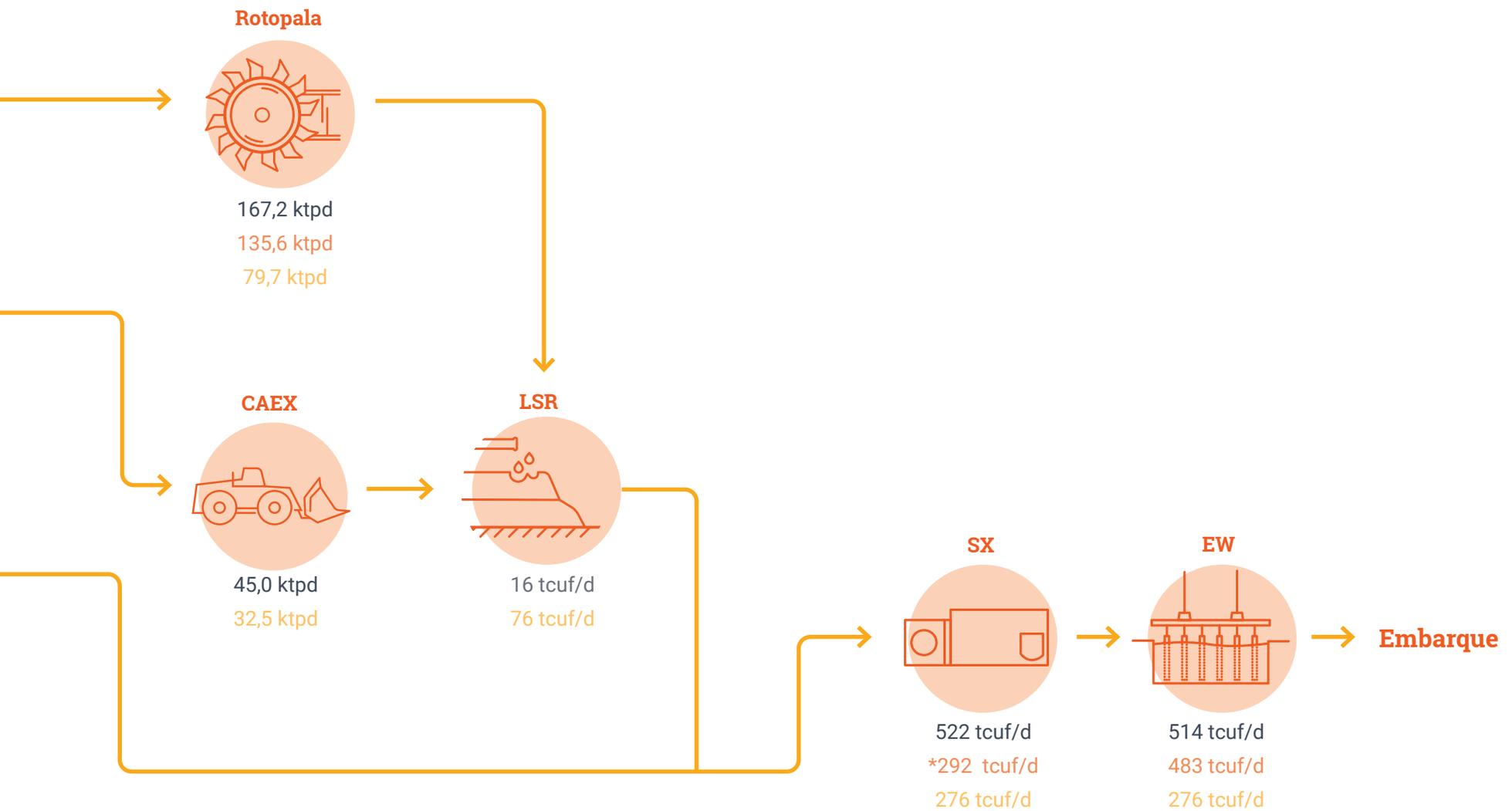
División Gabriela Mistral

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Gabriela Mistral



- Límite teórico
- Límite diseño
- Línea base 2020

\*SX se considera LT 5.847tcuf/año





## LÍMITES DE DISEÑO Y TÉCNICOS

### Criterios de diseño del proyecto Gabriela Mistral

---

#### Fuentes posibles

- Informe “Criterios de Diseño Minera Gaby”.
- *Benchmark* externo.
- Proyecto Gabriela Mistral área húmeda.
- PO 2021.

#### Fuente utilizada

- Informe “Criterios de Diseño Minera Gaby”.
- Criterios de diseño de proyecto Gabriela Mistral “área húmeda” etapa II ampliada proyecto n°A3YP. Preparado por FLUOR CHILE S.A. Aprobado 5 mayo 2018.
- *Benchmark* Antofagasta Minerals y Codelco División Radomiro Tomic año 2020.

#### Criterios considerados

- 75% Coeficiente de Marcha Línea Crítica (informe “Criterios de Diseño Minera Gaby”).
- 1,113 Factor de Diseño (informe “Criterios de Diseño Minera Gaby”).
- Rendimientos informe “Criterios de Diseño Minera Gaby”.
- Los criterios utilizado son los diseñados por el proyecto para el año 2021.

#### Línea base de cálculos

- “Informe de Eventos CH y Apilamiento” enero- noviembre 2020.
- Enero - septiembre 2020 software SEP
- PO 2021.

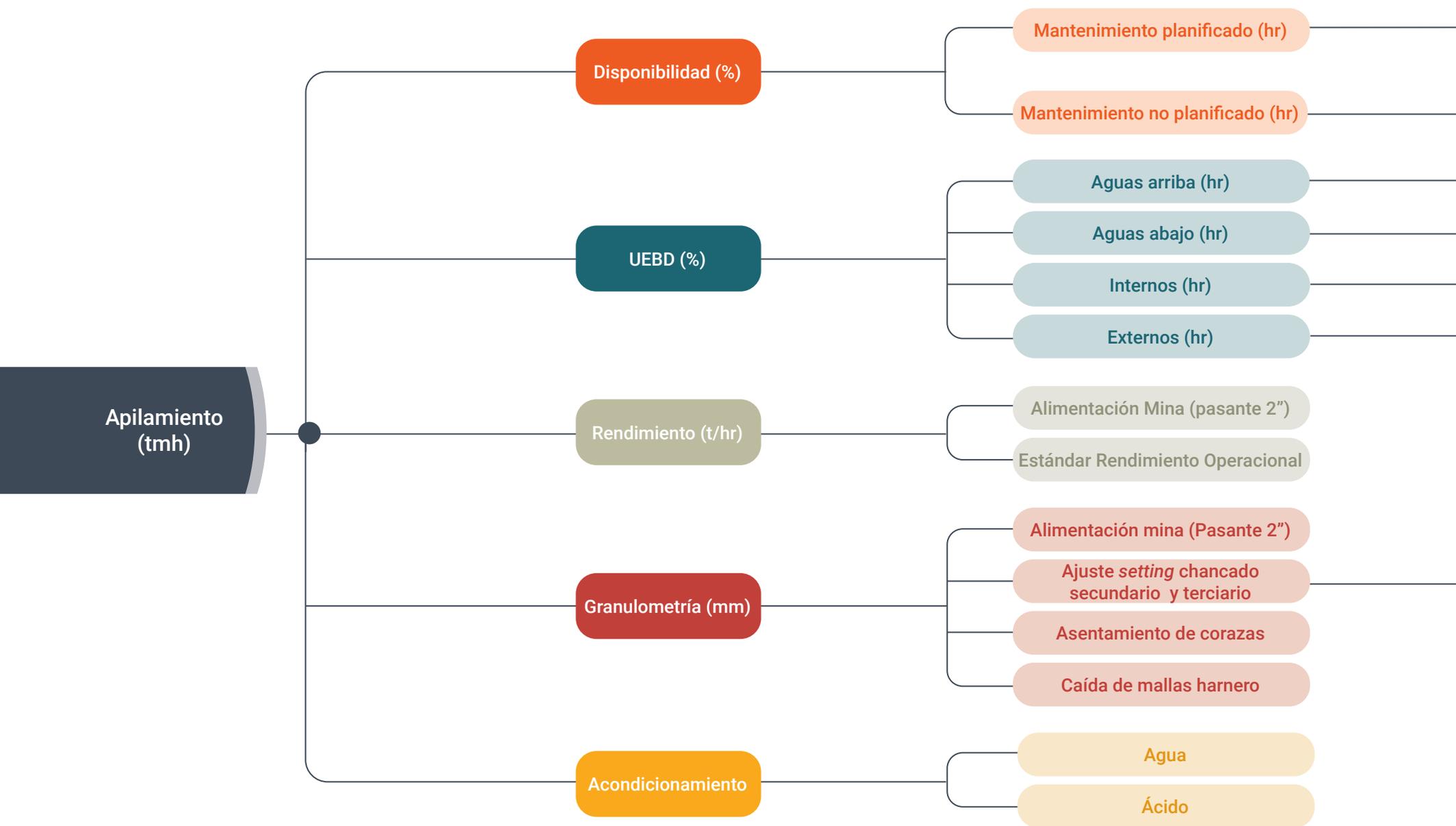


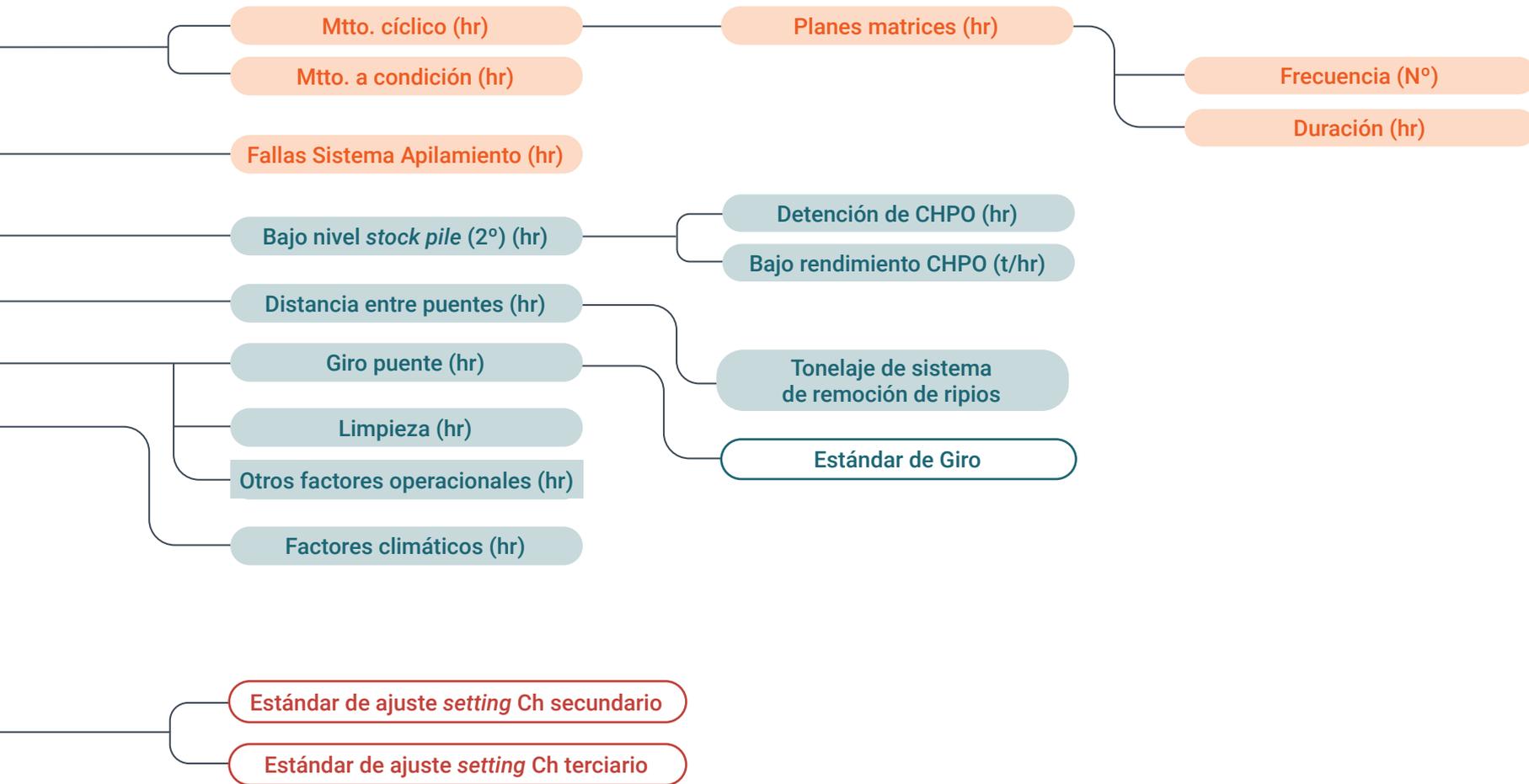
# Árbol KPI

---

División Gabriela Mistral

## ÁRBOL DE VALOR – Apilamiento

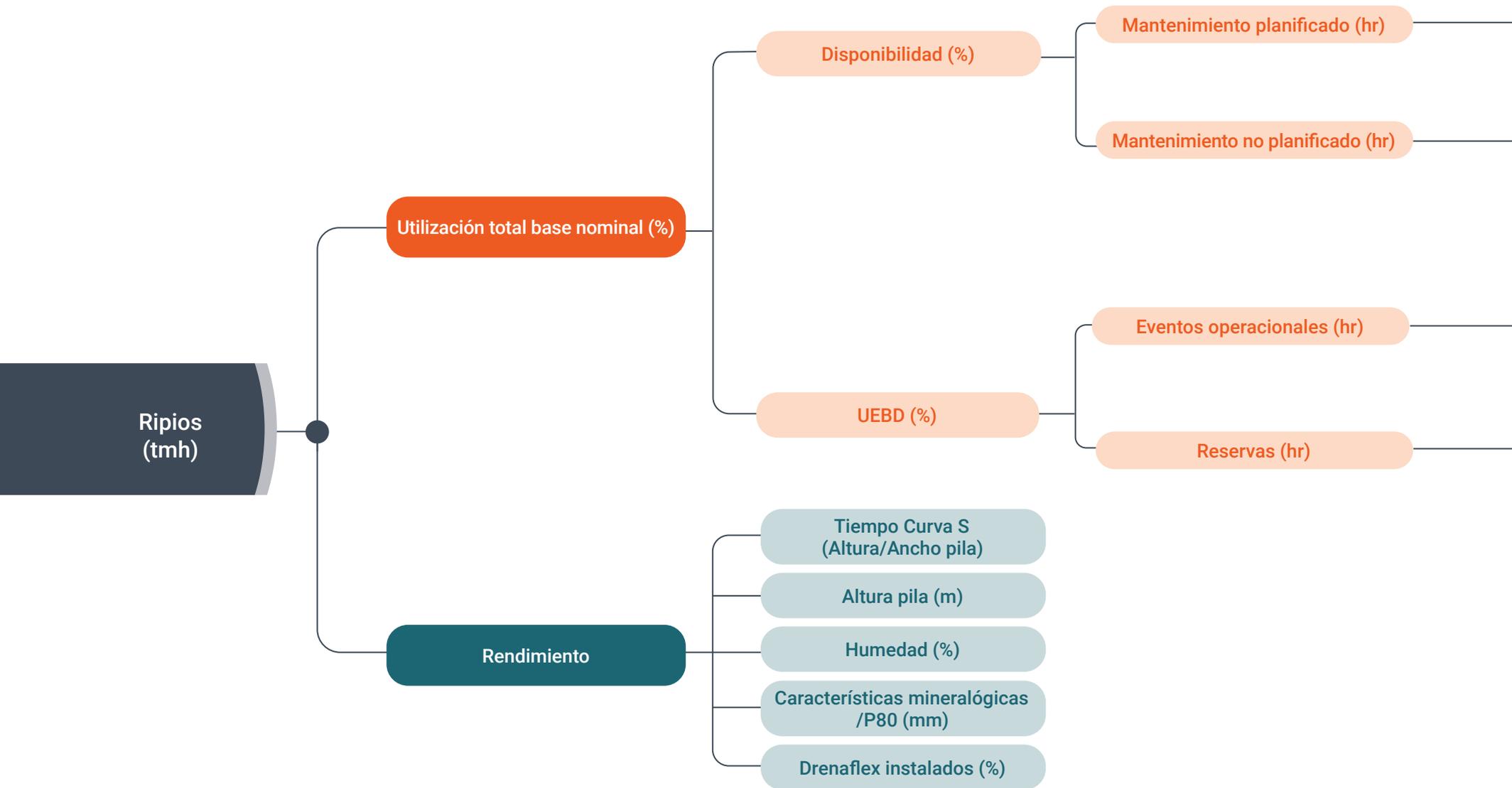


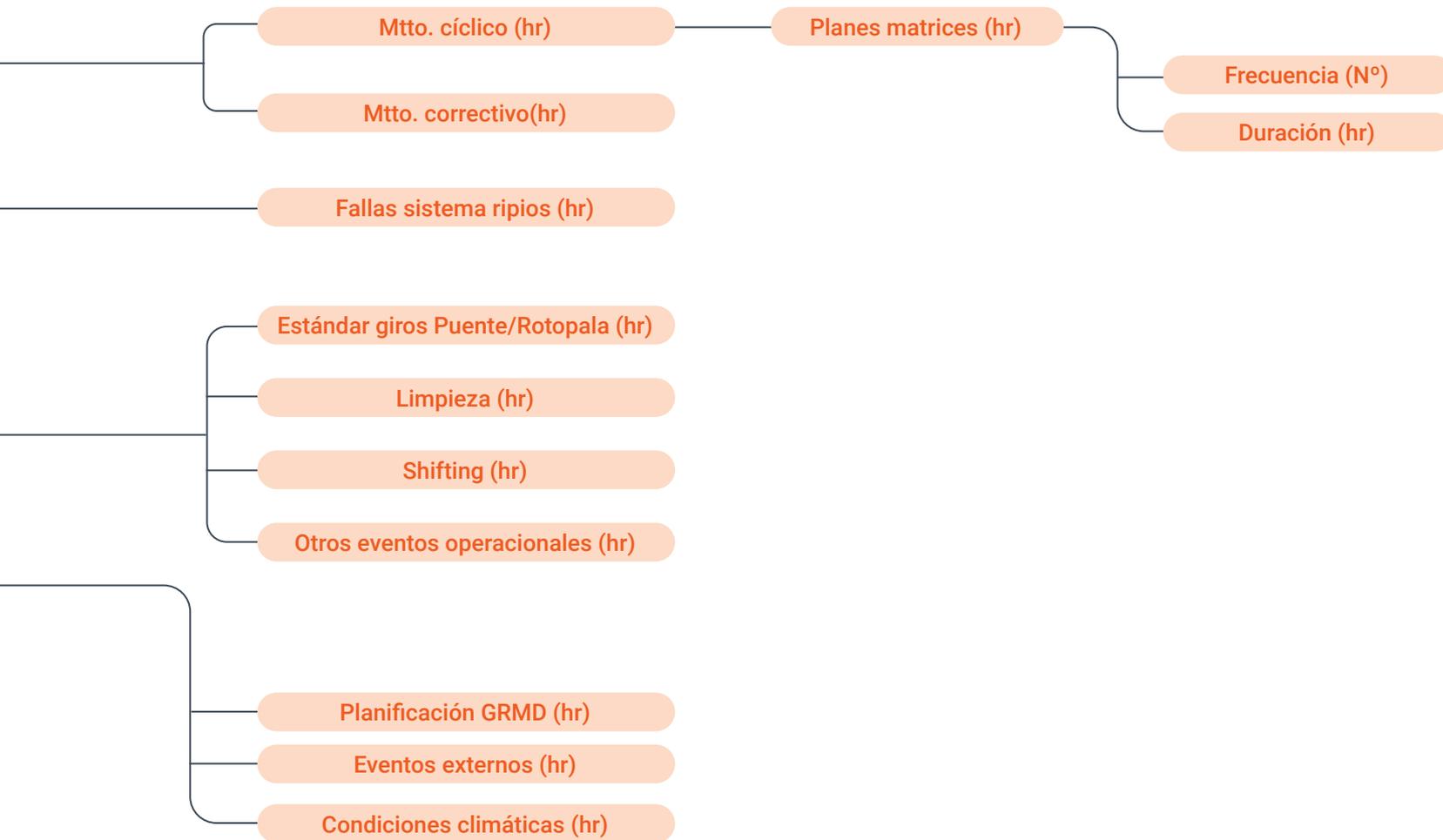


Indicadores cualitativos

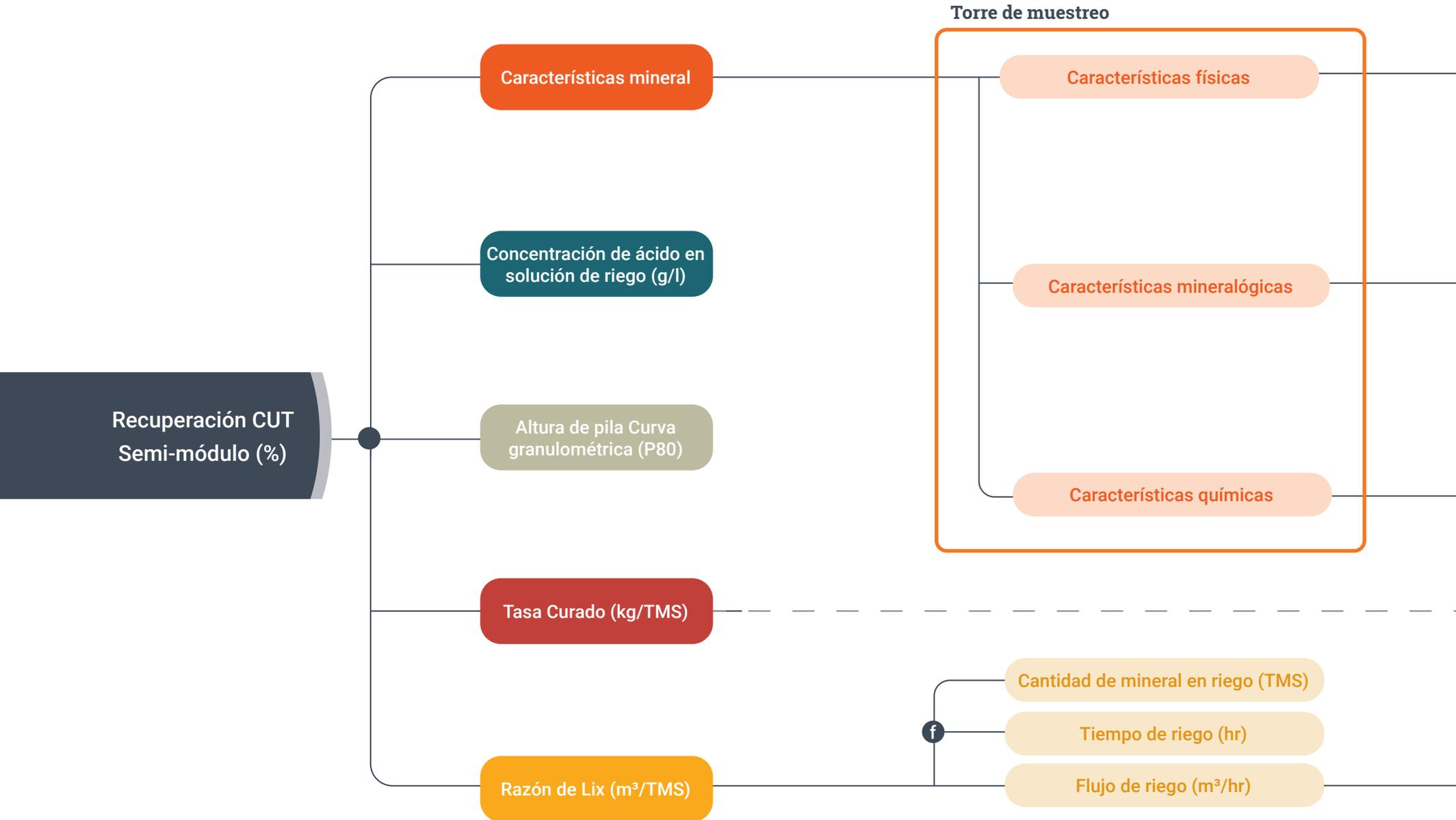
Indicadores cuantitativos

## ÁRBOL DE VALOR – Rípios





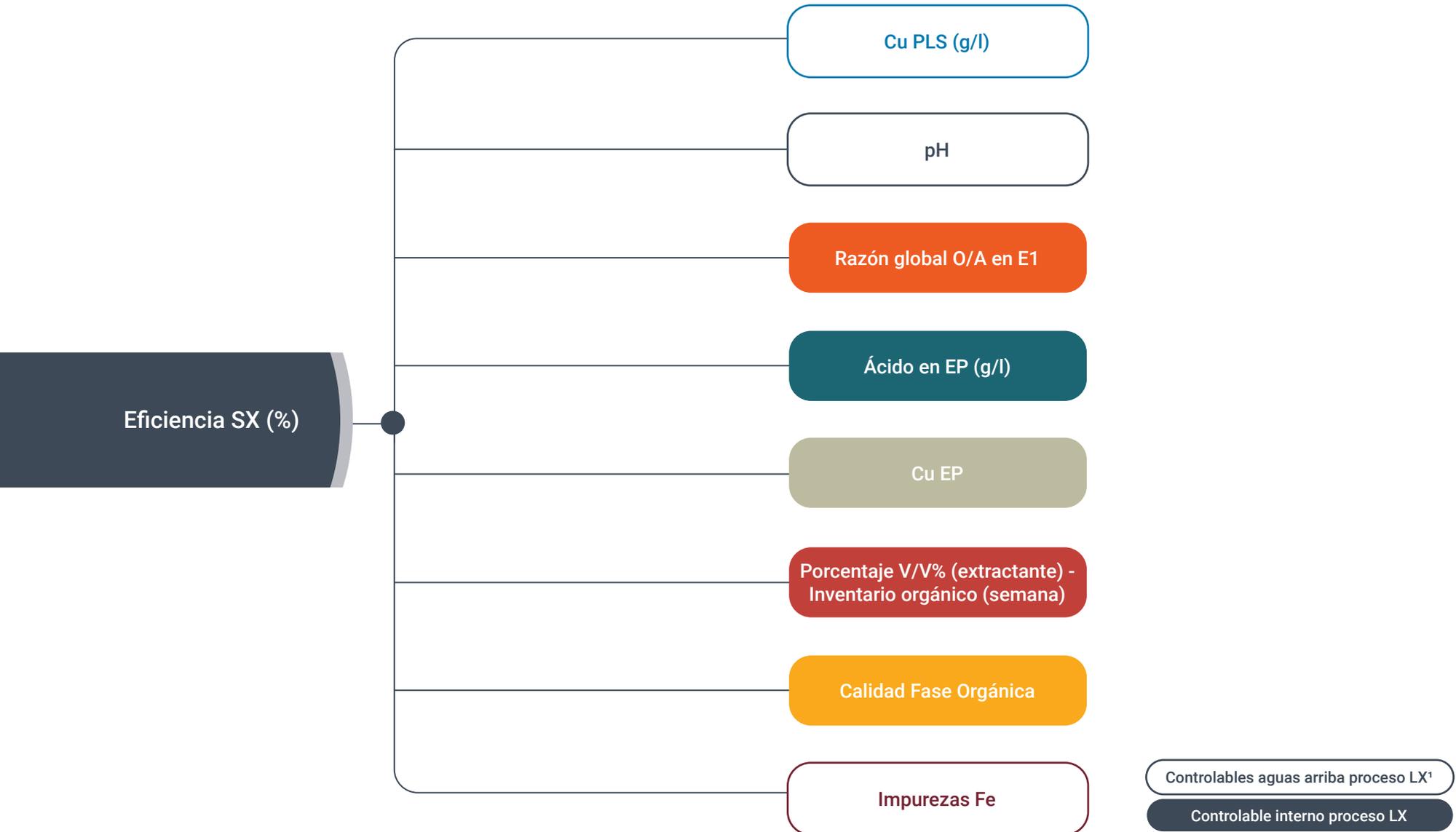
## ÁRBOL DE VALOR – Lixiviación





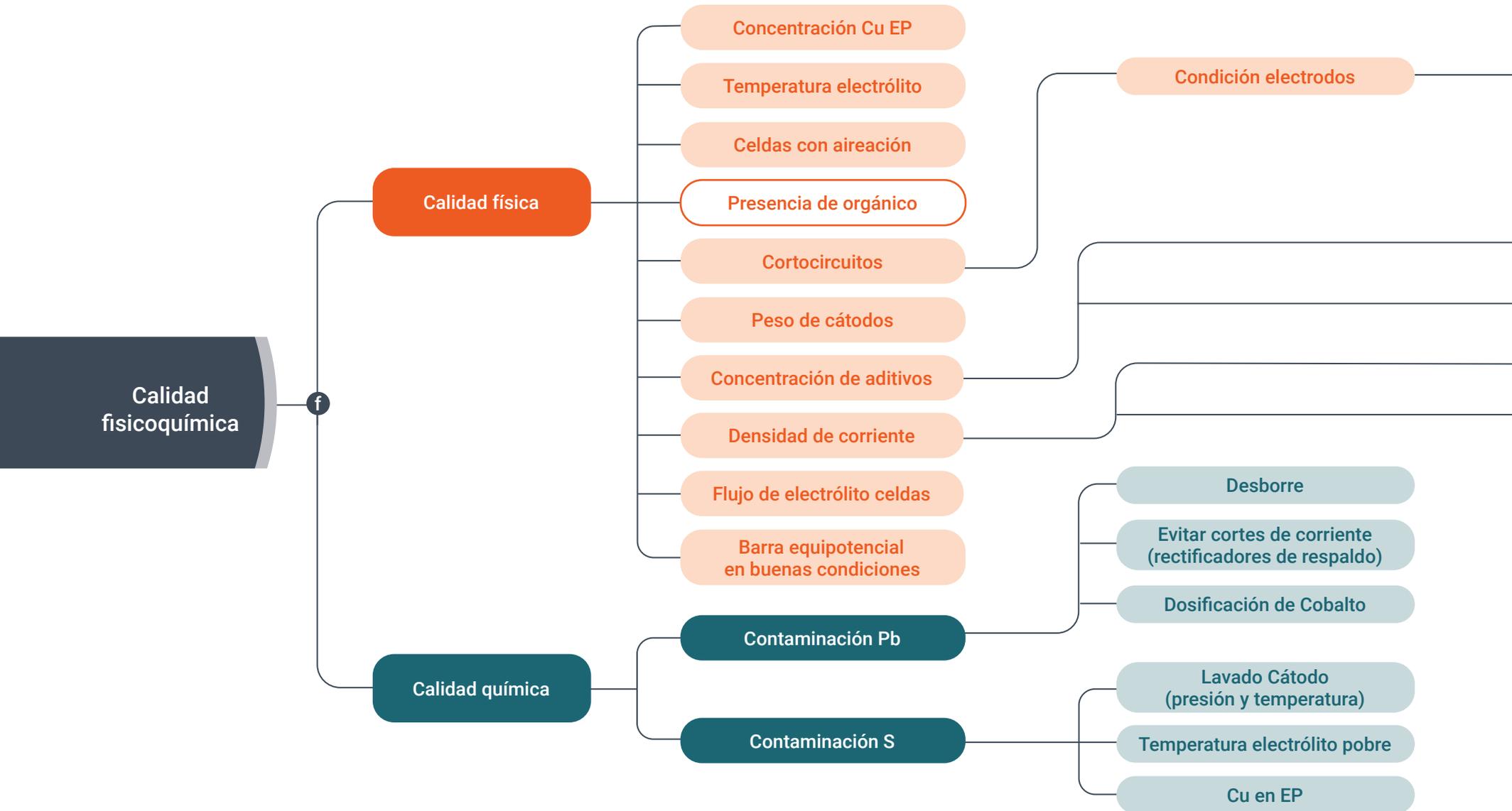
- Controlables aguas arriba proceso LX'
- Controlable interno proceso LX

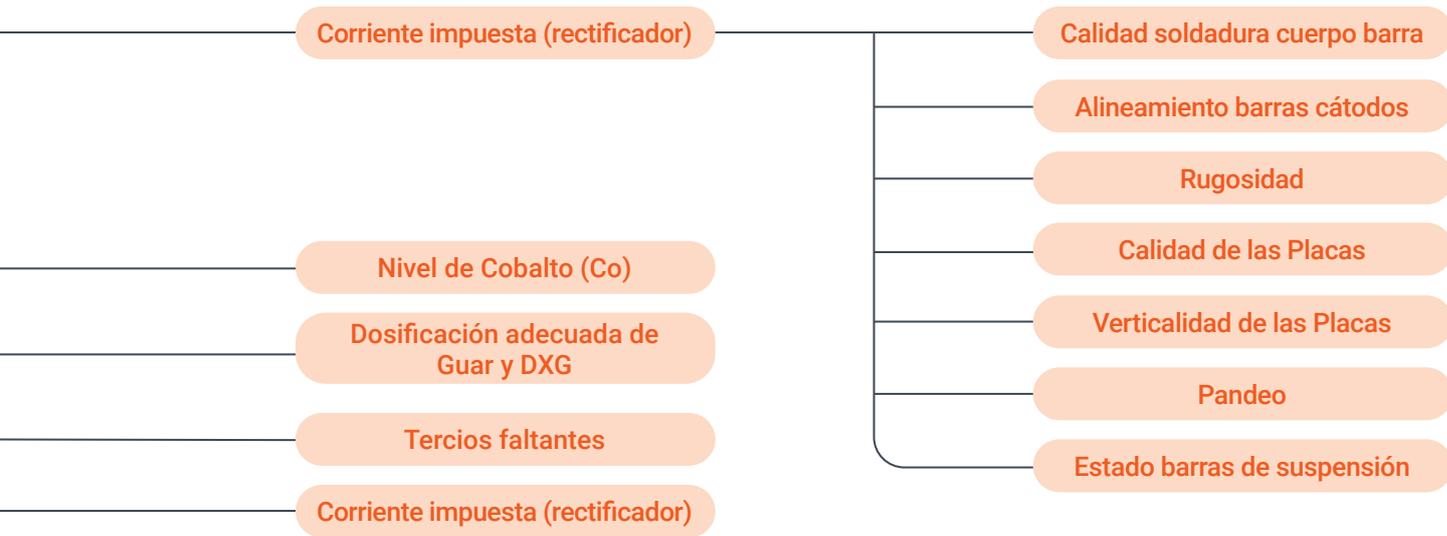
## ÁRBOL DE VALOR – Extracción por solvente





## ÁRBOL DE VALOR – Electroobtención





- Controlables aguas arriba proceso EW
- Controlable interno proceso EW

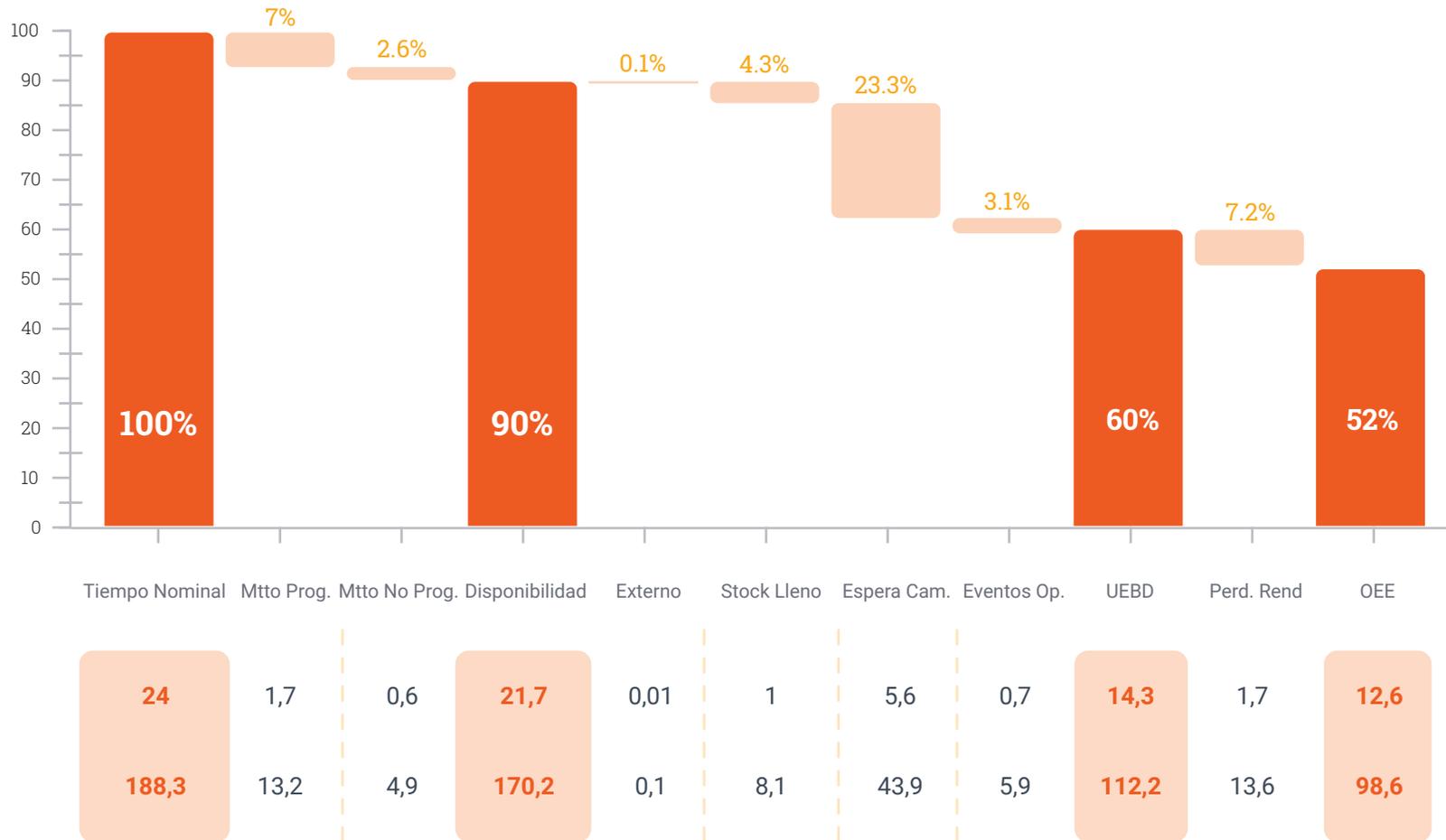


# **Análisis equipos**

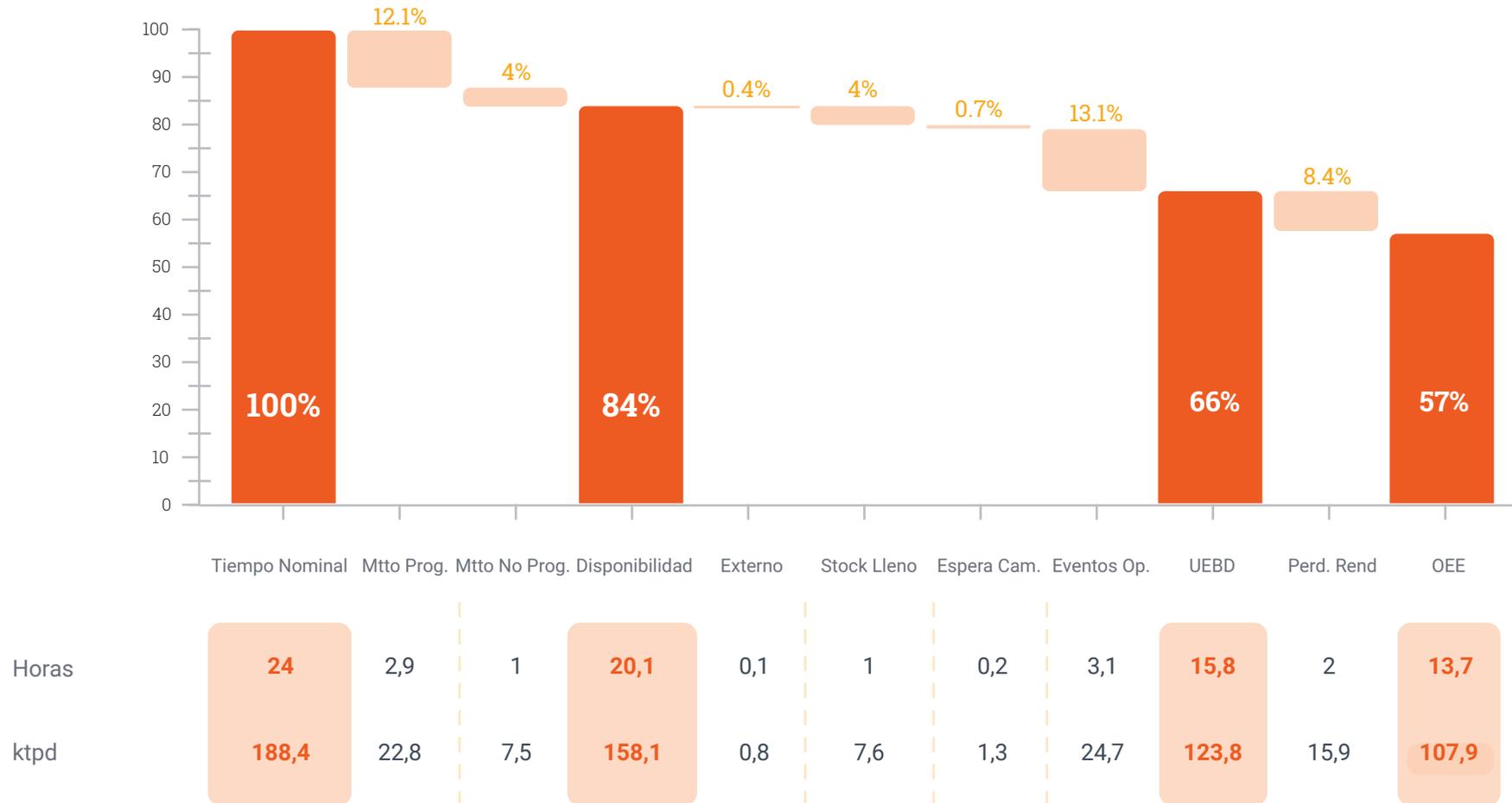
---

División Gabriela Mistral

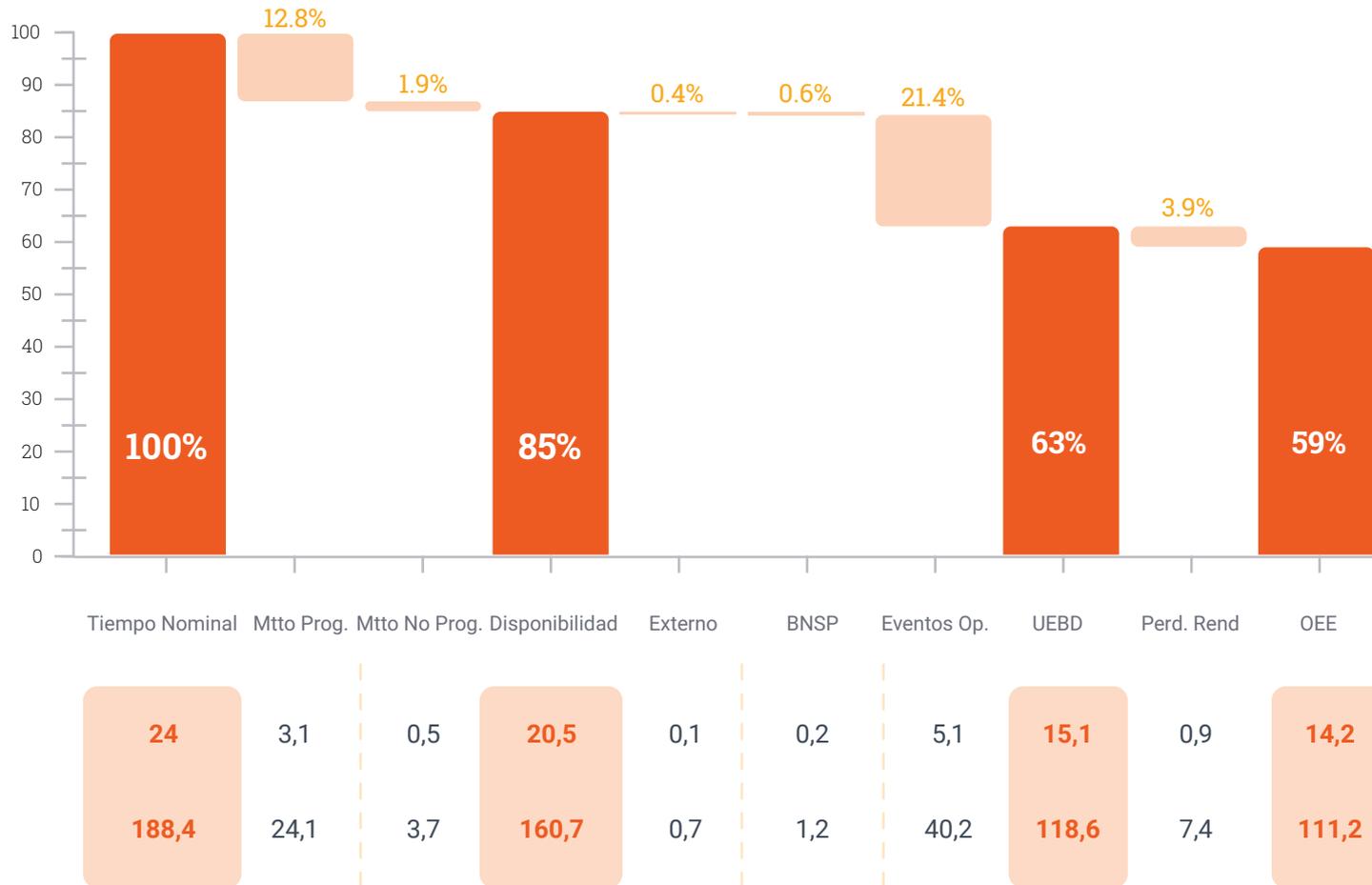
## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Primario – enero 2020 - octubre 2020



## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Secundario – enero 2020 - octubre 2020



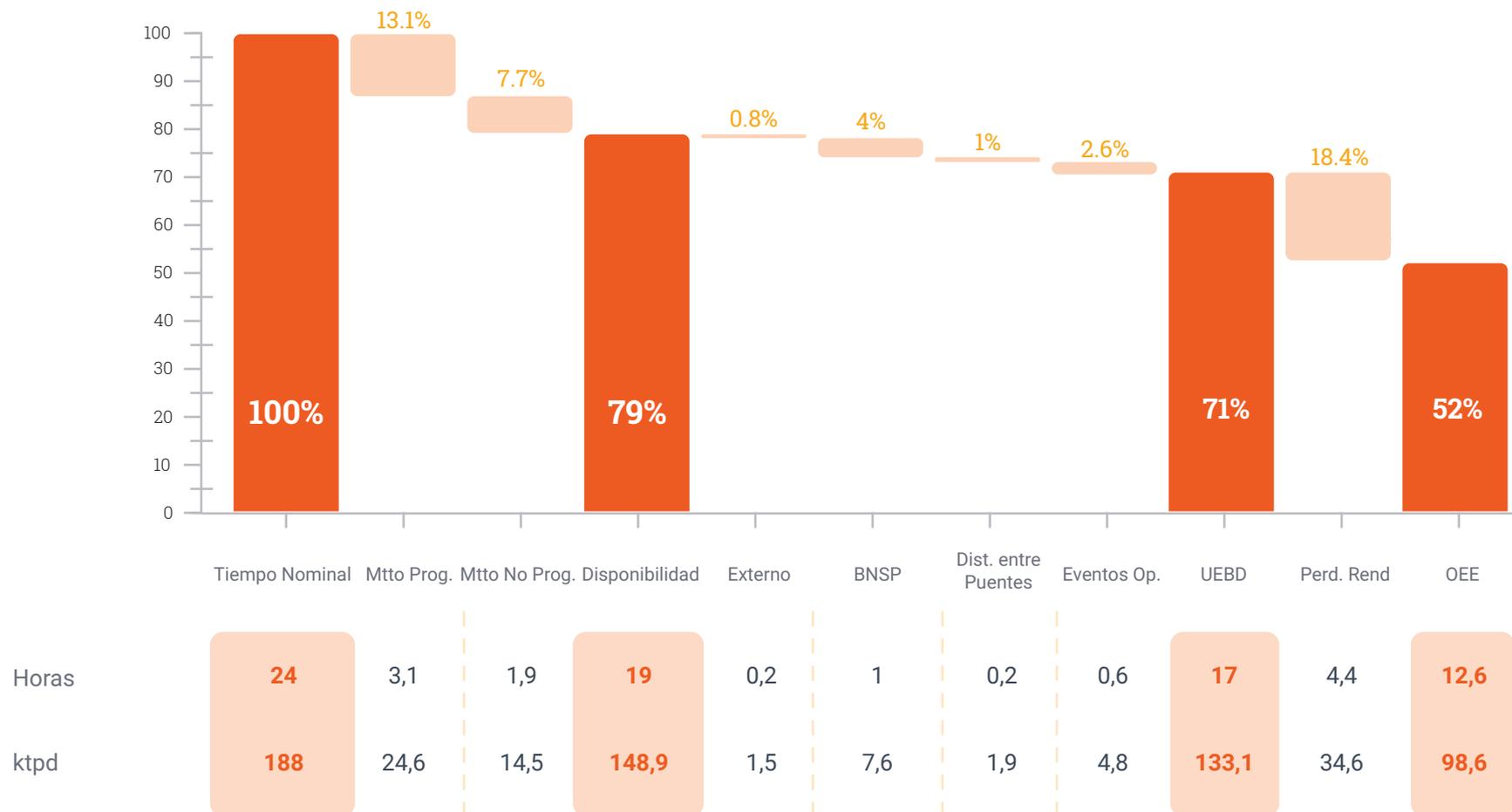
## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Terciario – enero 2020 - octubre 2020



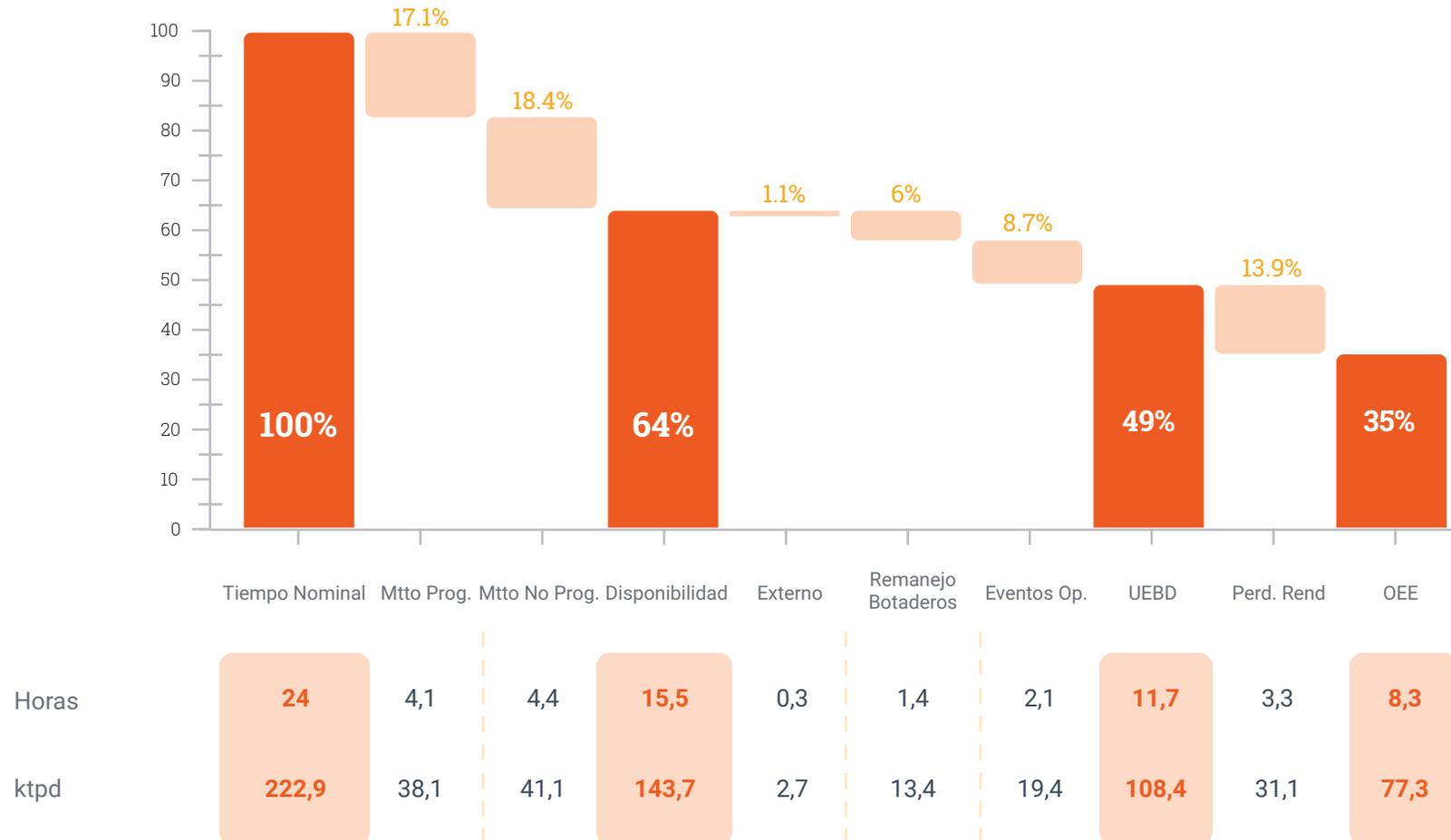
## ANÁLISIS OEE AGLOMERADO – enero 2020 - octubre 2020



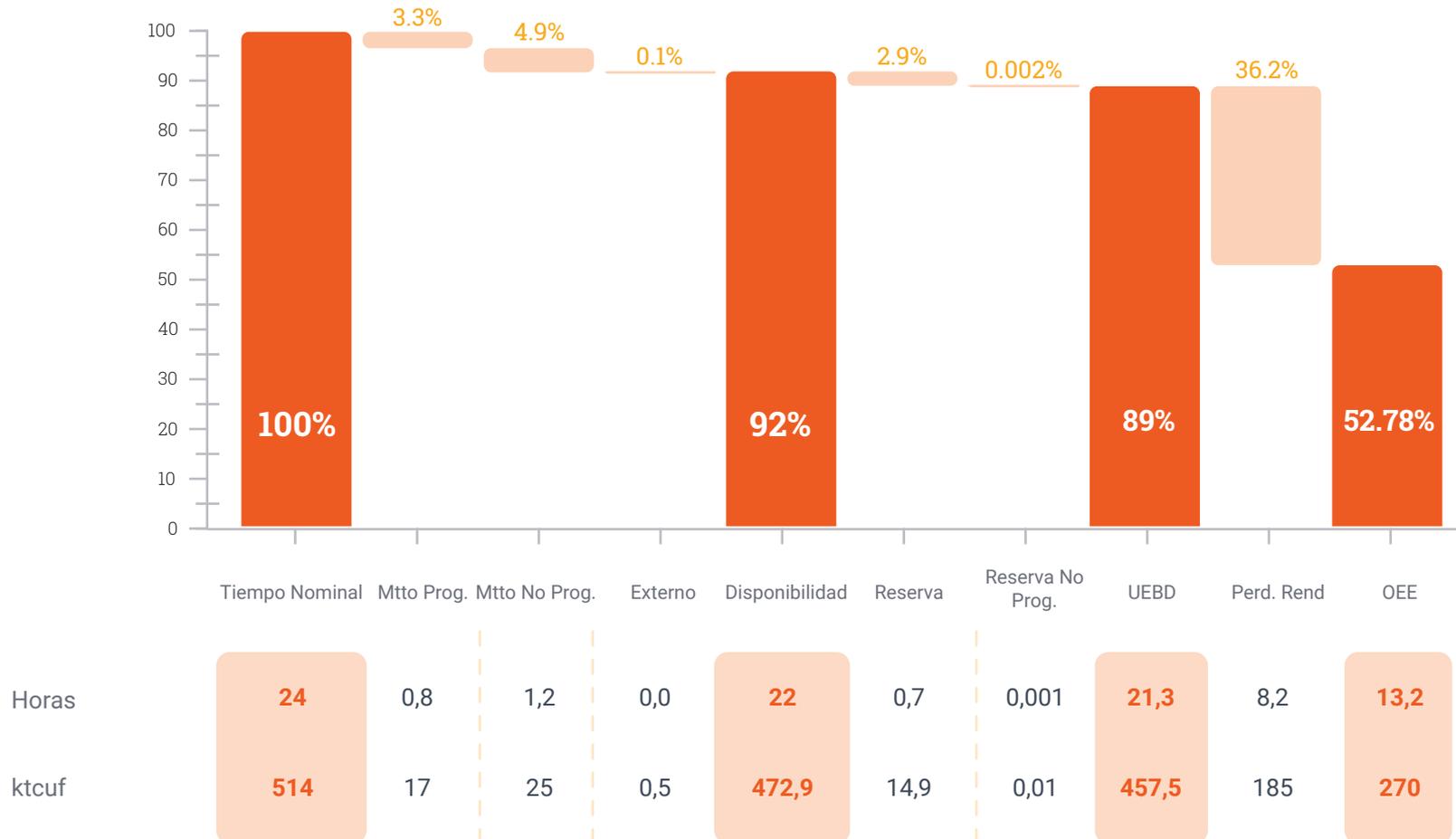
## ANÁLISIS OEE APILAMIENTO – enero 2020 - octubre 2020



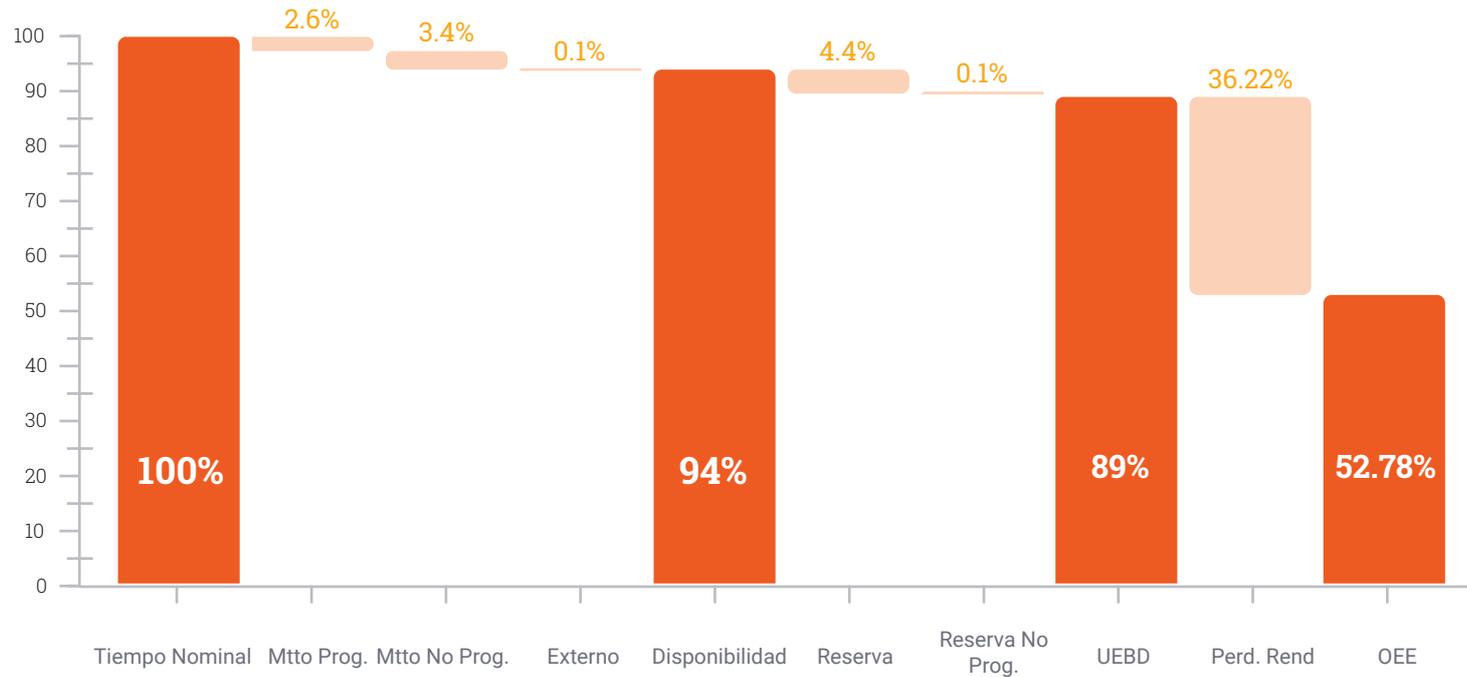
## ANÁLISIS OEE SISTEMA REMOCIÓN ROTOPALA – enero 2020 - octubre 2020



## ANÁLISIS OEE EW – enero 2020 - octubre 2020



## ANÁLISIS 520-CN-001 – enero 2020 - septiembre 2020

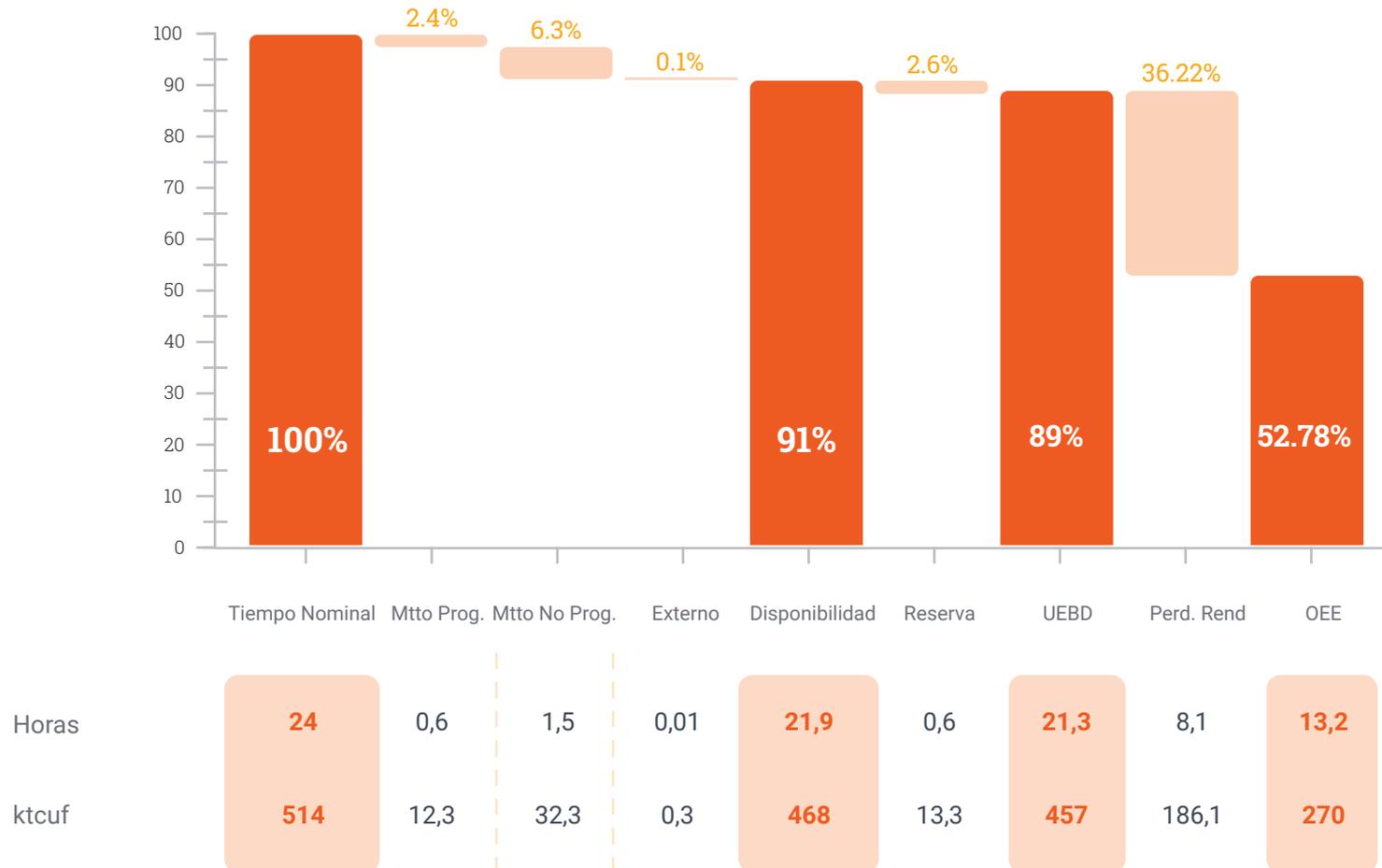


	Tiempo Nominal	Mtto Prog.	Mtto No Prog.	Externo	Disponibilidad	Reserva	Reserva No Prog.	UEBD	Perd. Rend	OEE
Horas	24	0,6	0,8	0,0	22,5	1,1	0,0	21,5	8,3	13,2
ktcuf	514	13,4	17,4	0,4	483,2	21,9	0,2	457	186,1	270

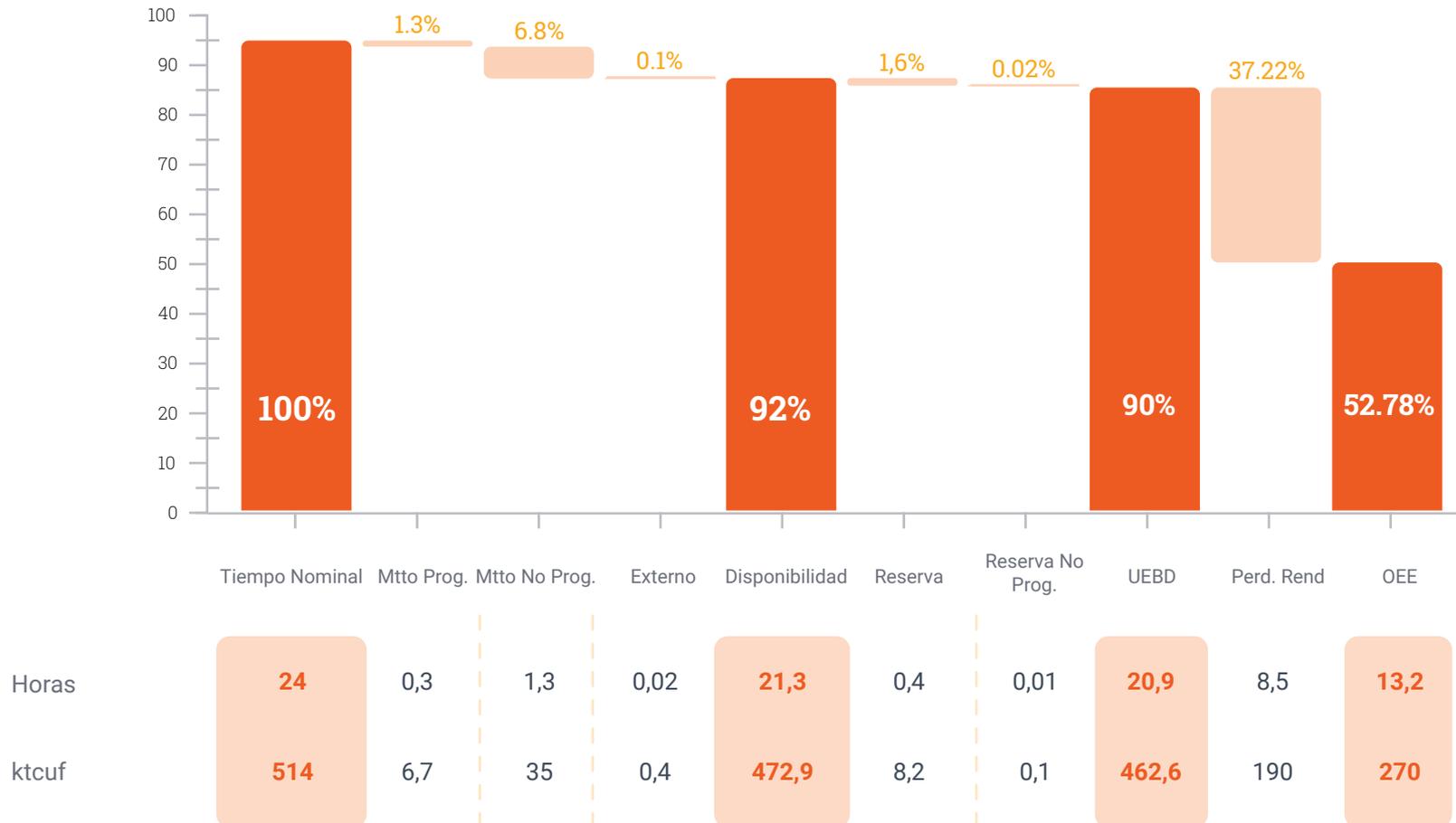
## ANÁLISIS OEE 520-CN-002 — enero 2020 - octubre 2020



## ANÁLISIS 520-WS-001 — enero 2020 - octubre 2020



## ANÁLISIS 520-WS-002 — enero 2020 - octubre 2020







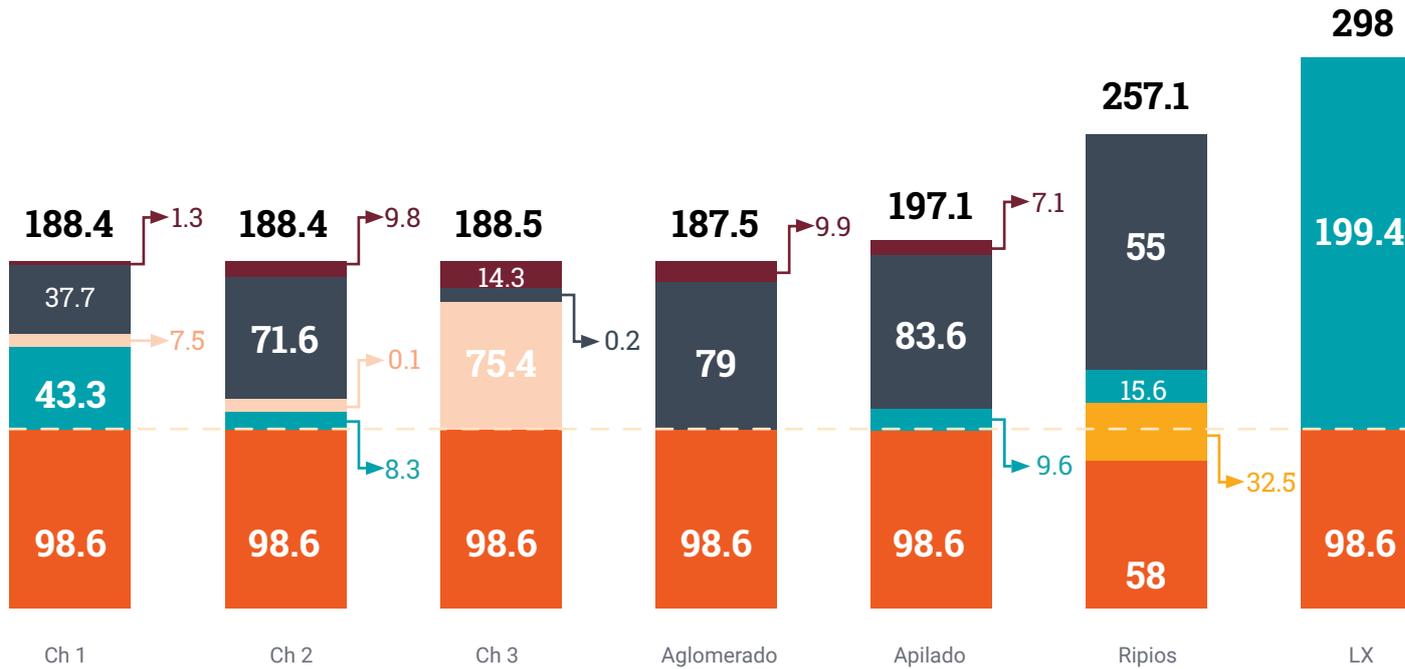
# Proceso cuello de botella

---

División Gabriela Mistral

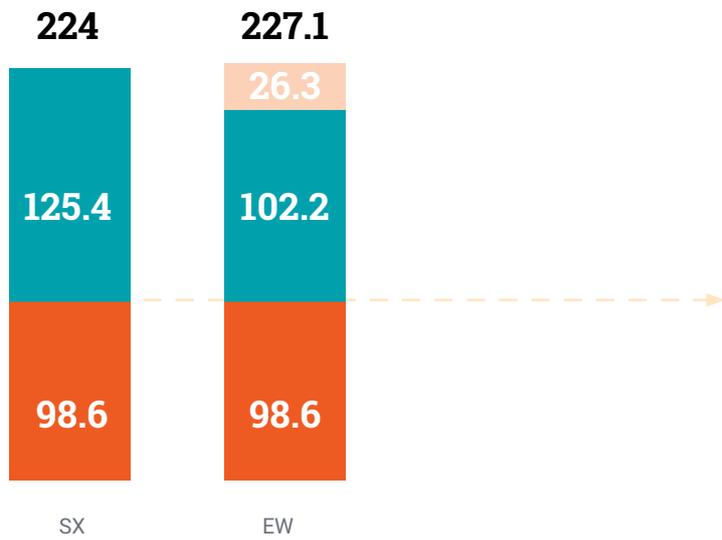
## CUELLO DE BOTELLA PROCESO 2020

Mapa de capacidad – Alto nivel (kthpd)



### Leyenda

- OEE 100%
- Pérdidas Internas
- Pérdidas aguas abajo
- Pérdidas aguas arriba
- CAEX
- Producción periodo (ktpd)



## INTRODUCCIÓN



**Gonzalo Compan Artola,**  
Director Excelencia Operacional,  
División Chuquicamata.

Para División Chuquicamata la práctica *full potential* (indicadores y metas) significó una actualización del análisis de los distintos procesos y equipos que componen nuestra operación, a través de un ajuste de los Planes de Implementación Tácticos (PIT's) para llegar de manera robusta a la Aspiración 2021.

Somos conscientes que los resultados obtenidos son el producto de un trabajo participativo y un esfuerzo conjunto con trabajadores (as) y las gerencias, lo que permitió un nivel de propiedad dentro del proceso más relevante por cada una de las áreas operativas.

No solo considera un diagnóstico como se ha realizado tradicionalmente, sino que también se incorporó en él, una revisión a nuestro sistema de gestión a través del *Operational Excellence Index* (OEI), así mismo se incluyó un análisis de lo que es el costo de proceso en una de las fases del análisis.

Para trabajar en este cuerpo y sustento de la Aspiración utilizamos por primera vez herramientas de analítica avanzada para definir los límites teóricos y técnicos, en el caso de la concentradora y para realizar algunos análisis operacionales, de esta forma el uso de ella como una herramienta formal para nuestros próximos *Full Potential*, se ha vuelto uno de nuestros grandes desafíos.

El próximo paso es avanzar y terminar los indicadores y metas de la refinería, con lo que completaremos los diagnósticos de todas las áreas operativas de nuestro centro de trabajo.





**\_DIVISIÓN CHUQUICAMATA**

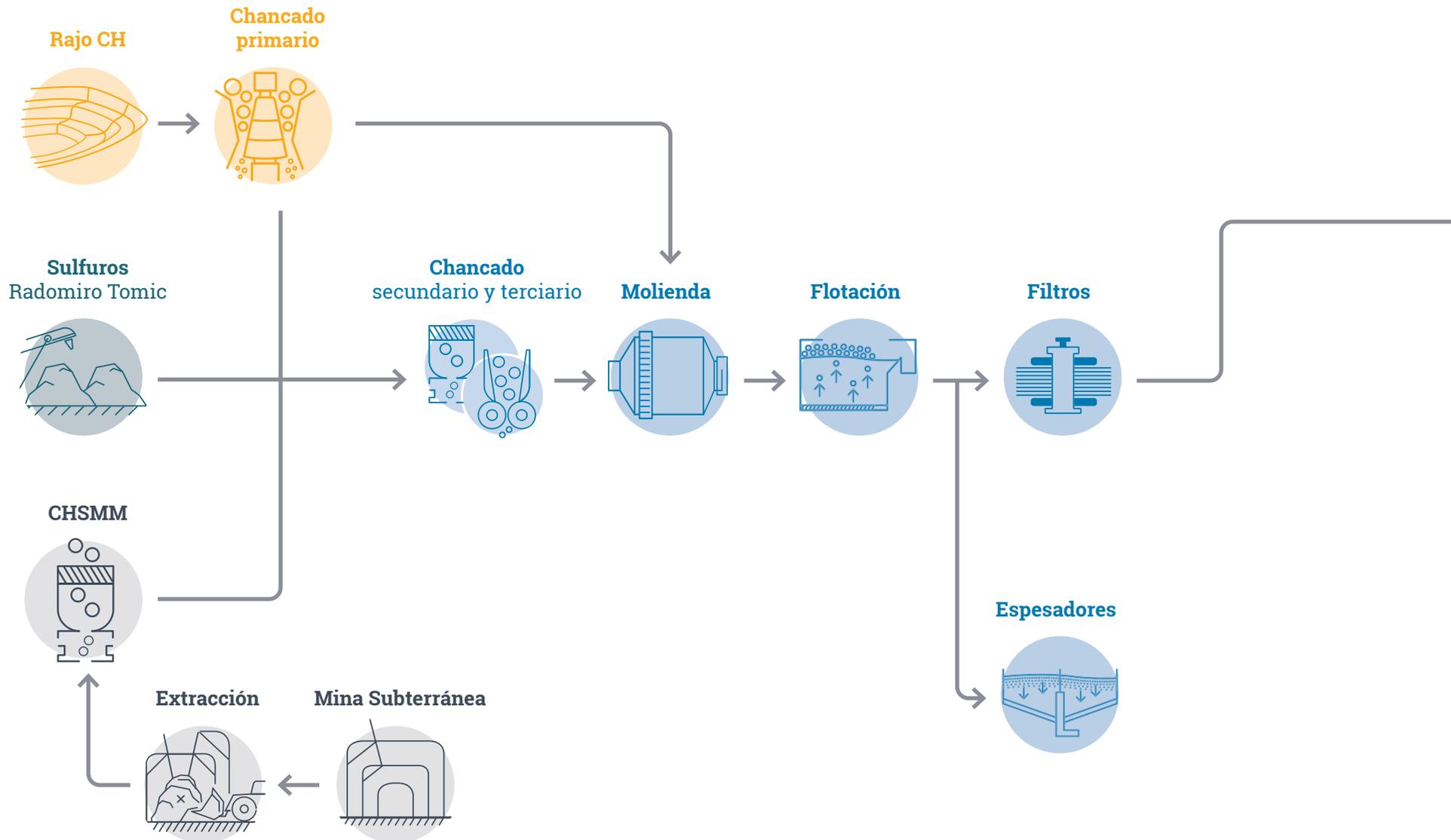


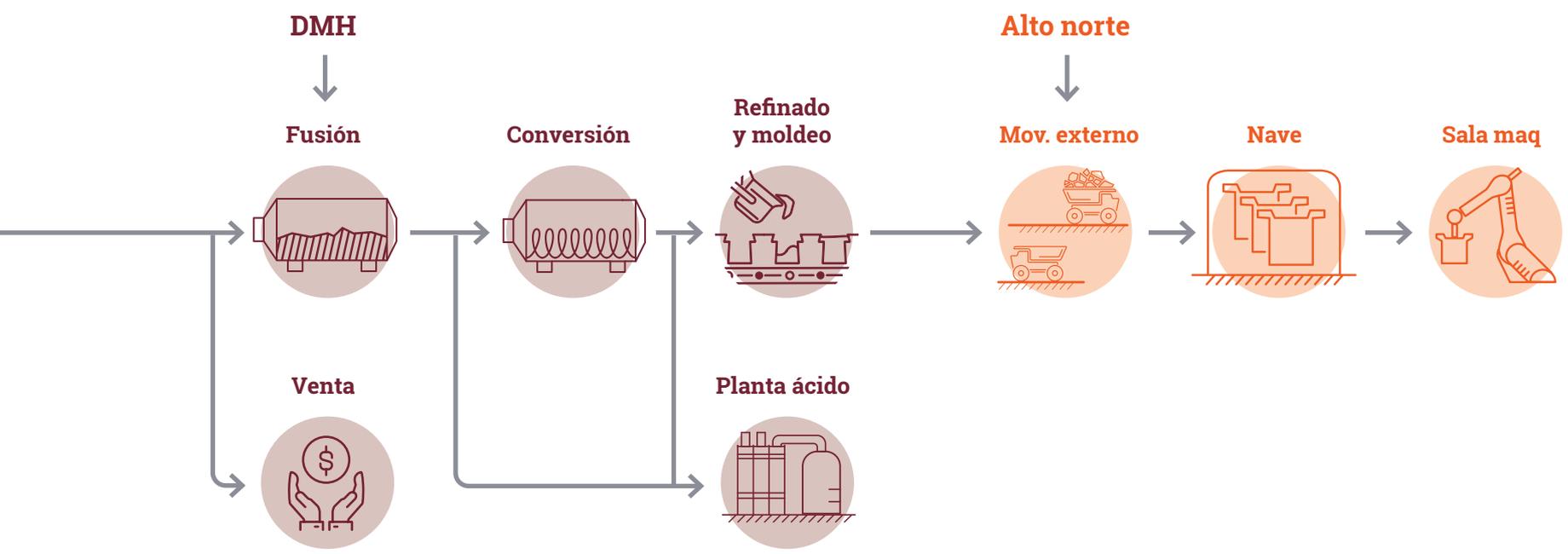
# Diagrama de flujo de procesos

---

División Chuquicamata

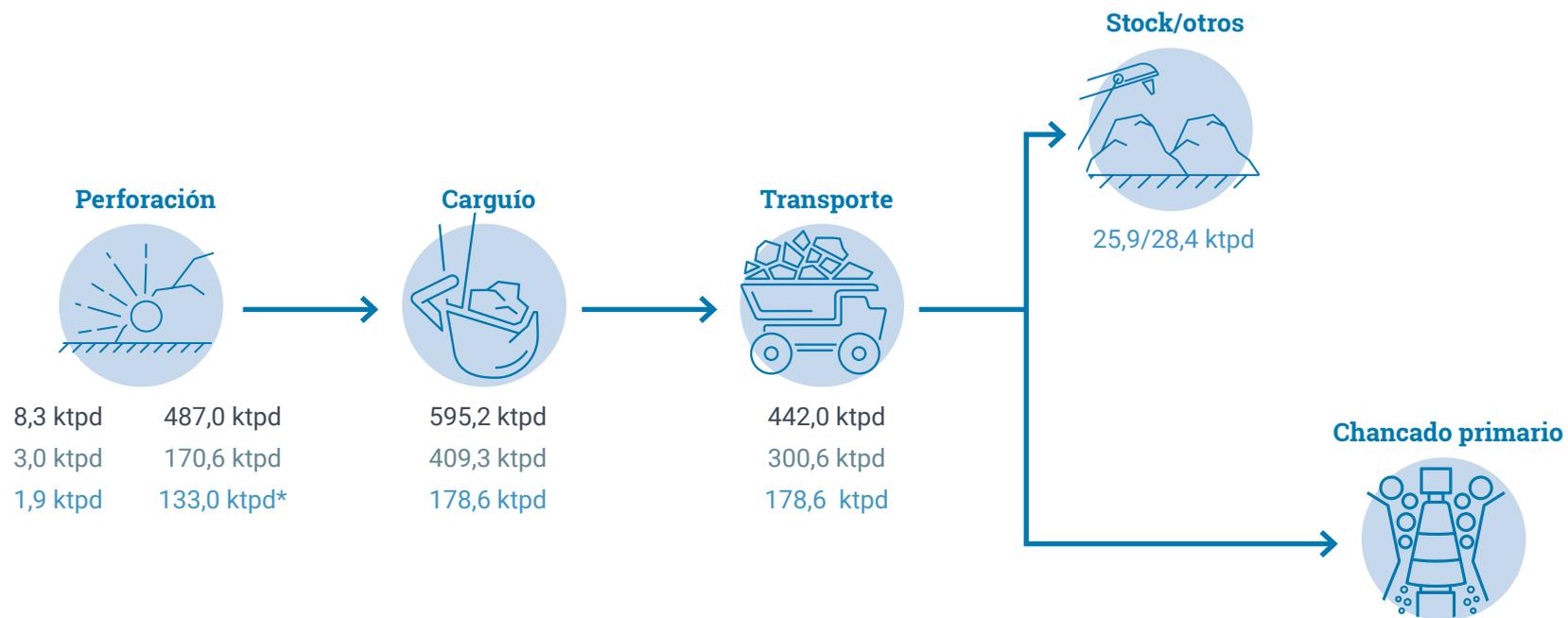
## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Chuquicamata





- Mina Rajo
- Mina Subterránea
- Concentradora
- Fundición
- Refinería \*
- GEL

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – Mina Rajo Chuquicamata – Jul - Dic 2020



- Límite teórico
- Límite técnico
- Línea base 2020 (jul - dic 20)

(\*) Diferencia entre perforación y carguío asociado a lo cargado desde los stocks

## LÍMITES TÉCNICOS Y TEÓRICOS

Mina Rajo Chuquicamata

---

### Fuentes utilizadas

- 1-. Se utiliza data histórica y de diseño para el cálculo de los límites técnicos y teóricos del proceso de CARGUÍO y TRANSPORTE (CAEX). La data se encuentra en la plataforma Hexagon.
- 2-. Registro de detenciones de confiabilidad Komatsu (excavadoras), palas y CAEX.

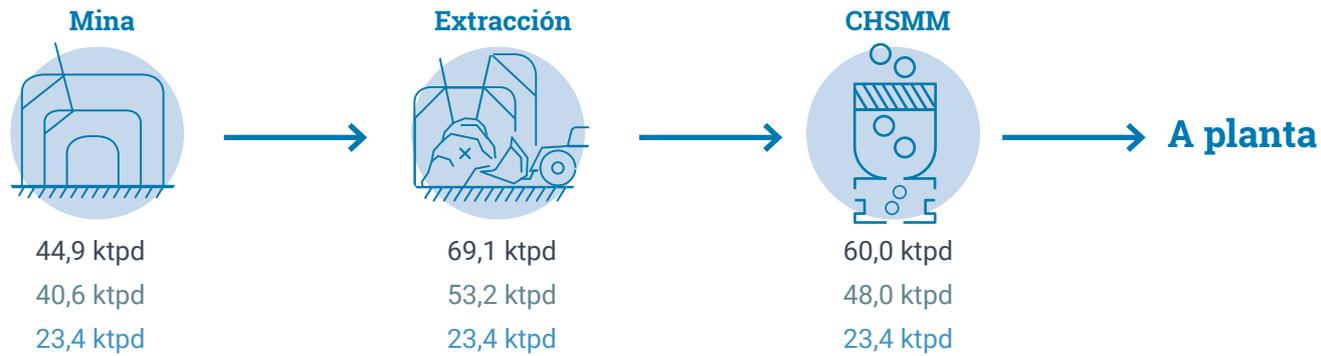
### Criterios considerados

- 1-. CARGUÍO: se utiliza criterios de diseño de capacidad de carguío y rendimiento programado e histórico.
- 2-. TRANSPORTE: se utiliza benchmark de disponibilidad y utilización. Percentil 90 para el cálculo de pérdidas por rendimiento.

### Línea base de cálculos

- 1-. Tanto CARGUÍO como TRANSPORTE consideran como línea base la data recopilada de julio – diciembre de 2020.
- 2-. Se considera esta línea base por cambios en configuración y gestión de la mina (condiciones de carguío, flotas, accesos y cambio de jornada laboral a 7x7).
- 3-. Se utiliza el vector de equipos vigente a Diciembre 2020 para los análisis (53 CAEX).

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – Mina Subterránea – jul - dic 2020



- Límite teórico
- Límite técnico
- Línea base 2020 (jul - dic 20)

## LÍMITES TÉCNICOS Y TEÓRICOS

Mina Rajo Chuquicamata

---

### Fuentes utilizadas

1-. Se utiliza la data histórica disponible y la data de diseño para el cálculo de los límites técnicos y teóricos de la mina, el proceso de extracción y de CHSMM. Parte de la data recopilada es de origen manual.

### Criterios considerados

1-. Mina: se utilizó el área incorporada hasta la fecha y el área hundida del periodo.

2-. Extracción: se utilizaron los criterios de diseño del proyecto entregados por VP y benchmark.

3-. CHSMM: se utilizaron los criterios de diseño del proyecto entregados por VP y benchmark.

### Línea base de cálculos

1-. Se considera el periodo julio – diciembre 2020.

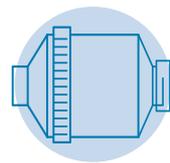
## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS - Concentradora – De Chancado primario a Planta de Filtró

### Chancado primario



Alimentación  
de escoria

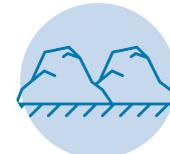
### Molienda A3



3.269 tpd  
3.107 tpd  
1.974 tpd



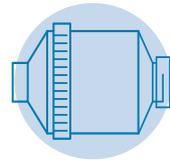
### Pila Mina - F3



### Tolva A2



### Molienda A2



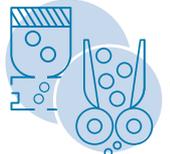
140,0 ktpd  
133,1 ktpd  
102,0 ktpd



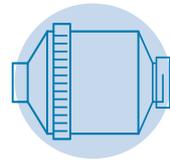
### Tolva gruesa



### Chancado secundario y terciario

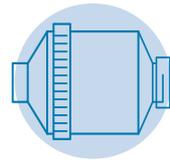


### Molienda A1



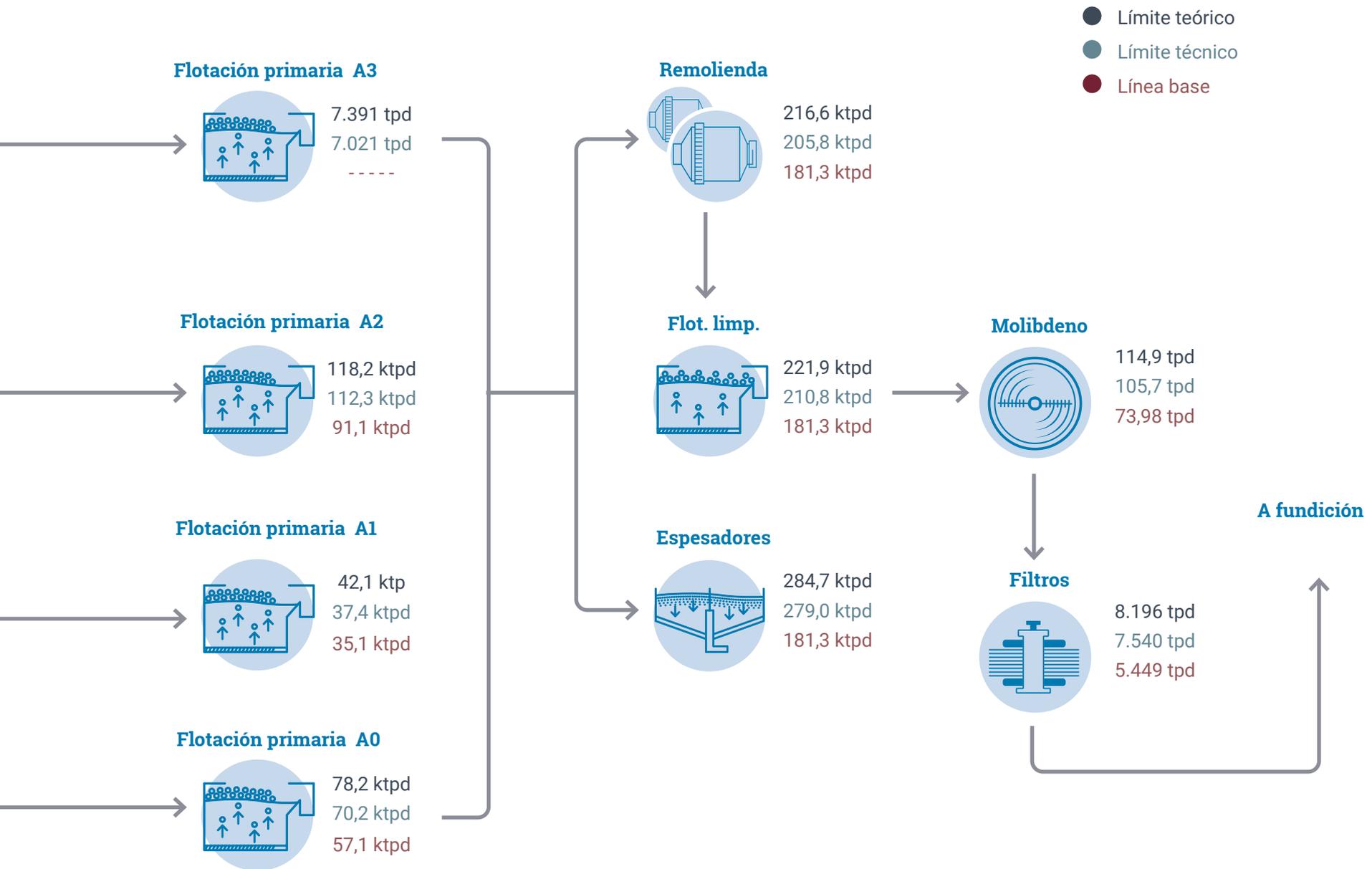
42,1 ktpd  
36,0 ktpd  
32,8 ktpd

### Molienda A0

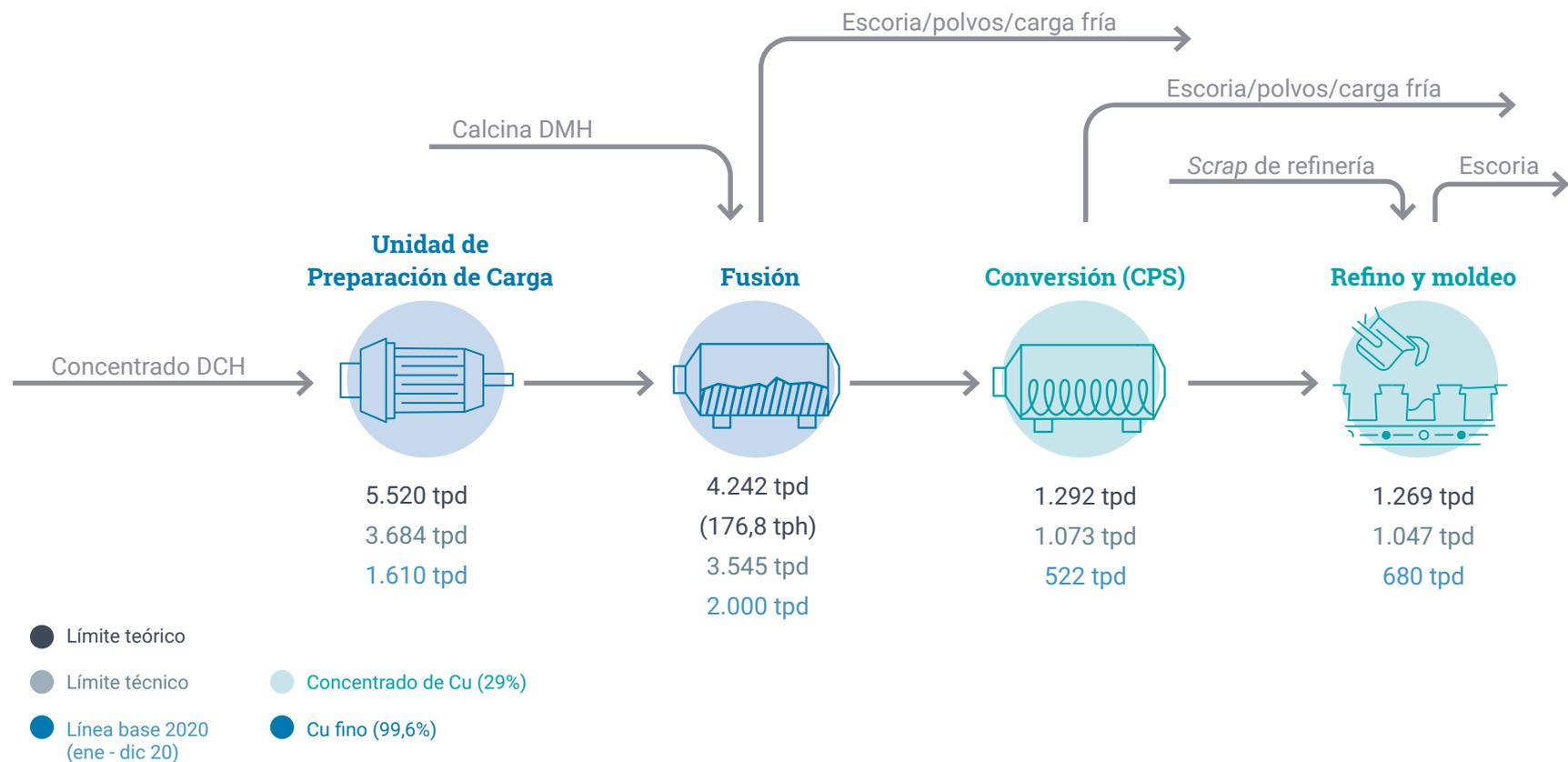


78,2 ktpd  
68,4 ktpd  
53,6 ktpd

144,0 ktpd  
115,0 ktpd  
97,3 ktpd



## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – FURE – ene - dic 2020



- Existen pérdidas por escoria en Horno Flash, CPS y refino y moldeo.
- Scrap de la refinera vuelve ingresar a los hornos de refino

## LÍMITES TÉCNICOS Y TEÓRICOS

### Fusión Horno Flash

#### Fuentes posibles

- Capacidad de diseño para UPC y quemador HF.
- Performance histórica de Refino y moldeo (ruedas de moldeo).
- Restricciones/Permisos ambientales de acuerdo a DS28.
- Registro de detenciones a través de informe de Jefe General de Turno (JGT)

#### Fuente utilizada

- Proyecto indica un nivel de fusión de diseño potencial de 1.400 ktpa y un nivel nominal de 1.170 ktpa. Disponibilidad de 330 días al año y una utilización de 23 horas por día.
- Referencia: informe Técnico, Informe de integración de procesos. Caso 1.400 ktpa. Doc. N17FP11-ID-AFW-5200-PR-INF-001 (integración de procesos).
- Referencia: criterio de diseño de procesos. Potenciamiento horno flash. Doc. N17FP11-ID-AFW-5200-PR-CRT-001.
- Referencia: memoria de cálculo: Balance de masa y energía Fundición Chuquicamata N17FP11-ID-AFW-5200-PR-BDM-001.
- Referencia: n° plano N° N17FP11-ID-AFW-5200-PR-201-001 REV.0

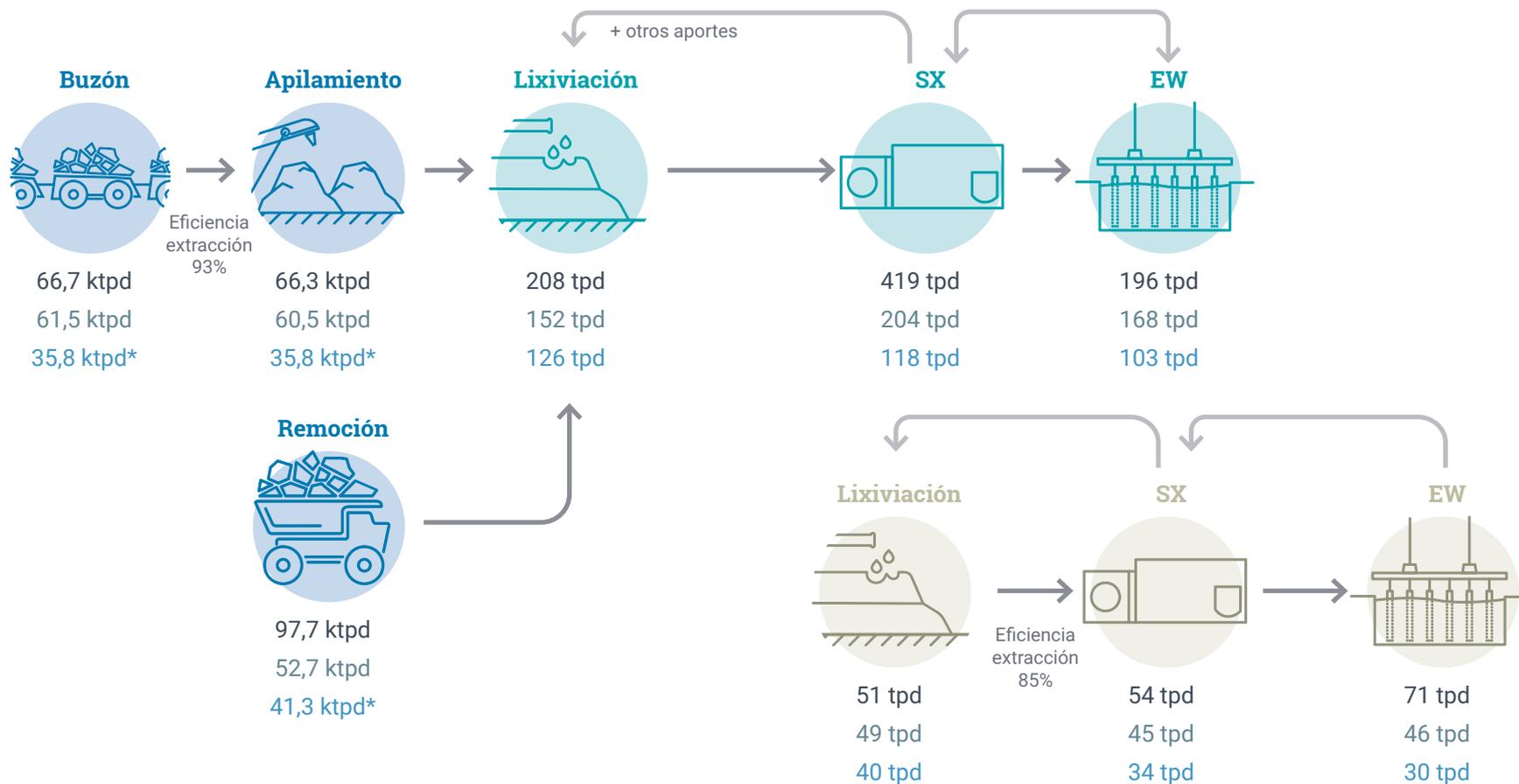
#### Criterios considerados

- Escoria de horno flash y CPS va a planta de tratamiento de escoria, carga fría en CPS y HF se recircula.
- *Scrap* de la refinería vuelve ingresar a los hornos de refino.
- El cuello de botella es el horno flash, que sigue estando en ram-up, causando pérdidas por la imposibilidad de descarga a UPC y continuidad a CPS.

#### Línea base de cálculos

- Línea base antigua: desde ene a junio 2020.
- Línea base nueva: desde enero a dic. 2020. No se considera julio por estar afecta a detención general de la fundición por efecto de COVID-19.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – Gerencia de extracción y lixiviación – Ene - Dic 2020



- Límite teórico
- Límite técnico
- Acumulado Ene - Dic 2020 (Promedio día - año)
- Mineral
- Cobre fino
- Sulfuro de Baja Ley Cobre fino

(\*) Diferencia entre perforación y carguío asociado a lo cargado desde los stocks

## LÍMITES TÉCNICOS Y TEÓRICOS

### Óxidos y SBL

#### Fuentes posibles

- Capacidad de diseño.
- *Benchmark* externo.
- Performance histórica.
- Restricciones/Permisos ambientales.
- Cálculo *bottom up*.
- *Benchmark* interno u objetivo corporativo.
- Necesidad de la corporación .

#### Fuente utilizada

- Buzón:
  - Datos JigSaw por turno día .
  - Límite de diseño correa 105CV01.
- Apilamiento:
  - Datos planta cada 30 minutos PI System
  - Planos Base Proyecto Ripios HATCH (H351654-3100-210-282-0001).
- Lixiviación:
  - Datos Balance Metalúrgico
  - Resumen GEL Oficial Diciembre
- Remoción:
  - Datos JigSaw por turno día
- SX – EW
  - Datos Balance Metalúrgico
  - Datos planta día PI System
- SBL
  - Datos Balance metalúrgico
  - Datos planta día PI System

#### Criterios considerados

- Buzón:
  - Se fija 2.780 t/h restricción operacional correa 105CV01
- Apilamiento:
  - 2.762 t/h límite de diseño instantáneo
  - Coeficiente de marcha día operativo
- Lixiviación:
  - Se define como límite teórico y técnico dada por la capacidad de porteo de soluciones a SX.
  - Se utiliza para determinar Cu recuperable los valores dado por límites de apilamiento, Ley CuT promedio año y recuperación de acuerdo a modelo
- Otros aportes: valor real de acuerdo a periodo estudiado
- Remoción
  - Rendimiento CAEX 830 promedio (día dedicado exclusivamente a la excavación).
- SBL:
  - Datos de diseño
  - Datos planta día P98, P95

#### Línea base de cálculos

- Buzón:
  - Desde enero a diciembre 2020
  - Remoción
  - Desde enero a diciembre 2020
- Apilamiento:
  - Histograma noviembre 2019 a noviembre 2020
  - Datos día enero a diciembre 2020
- Lixiviación:
  - Datos Balance Metalúrgico
  - Resumen GEL Diciembre
- SX – EW
  - Histogramas: enero a diciembre 2020
- SBL
  - Enero a diciembre 2020

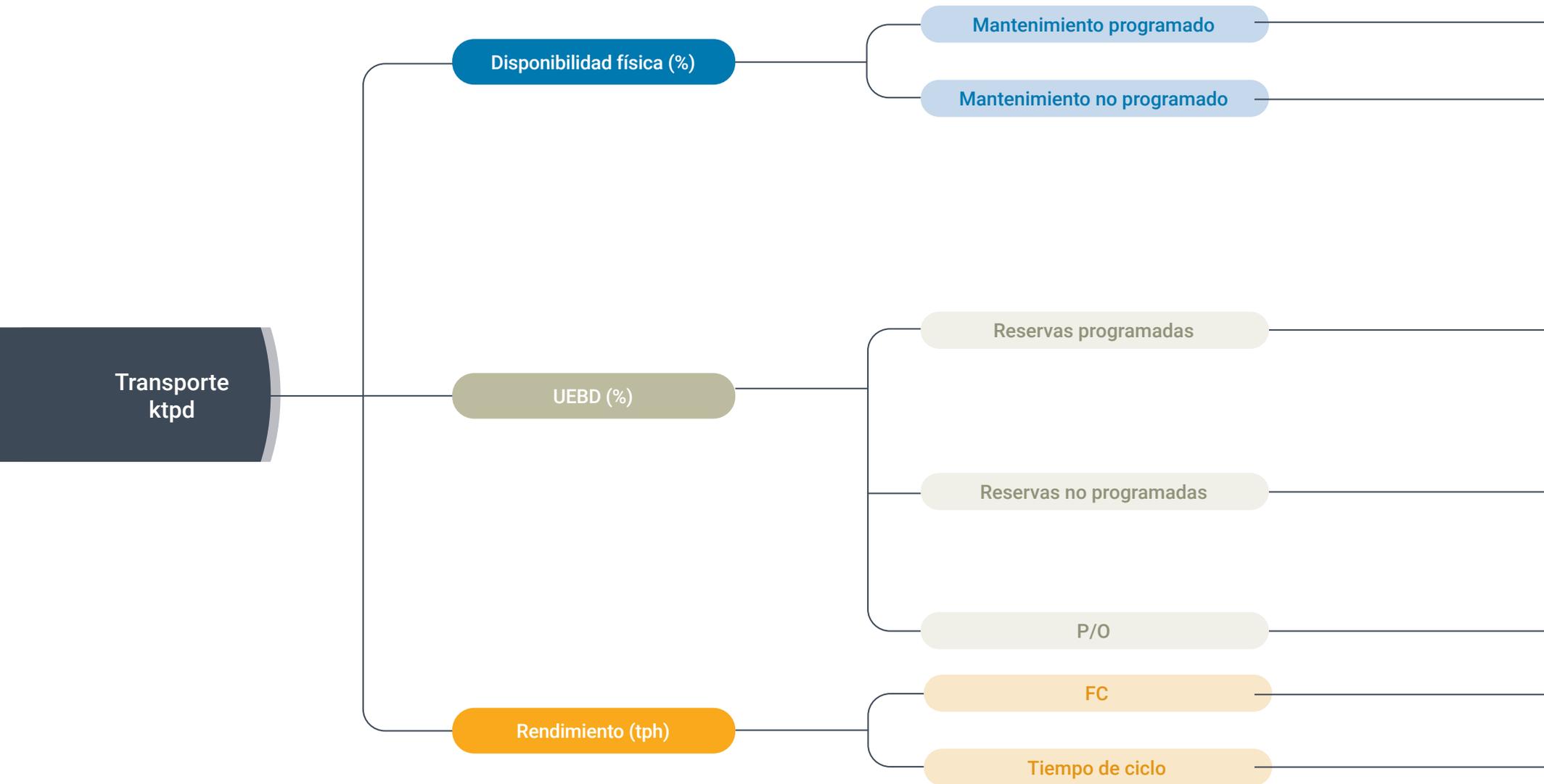


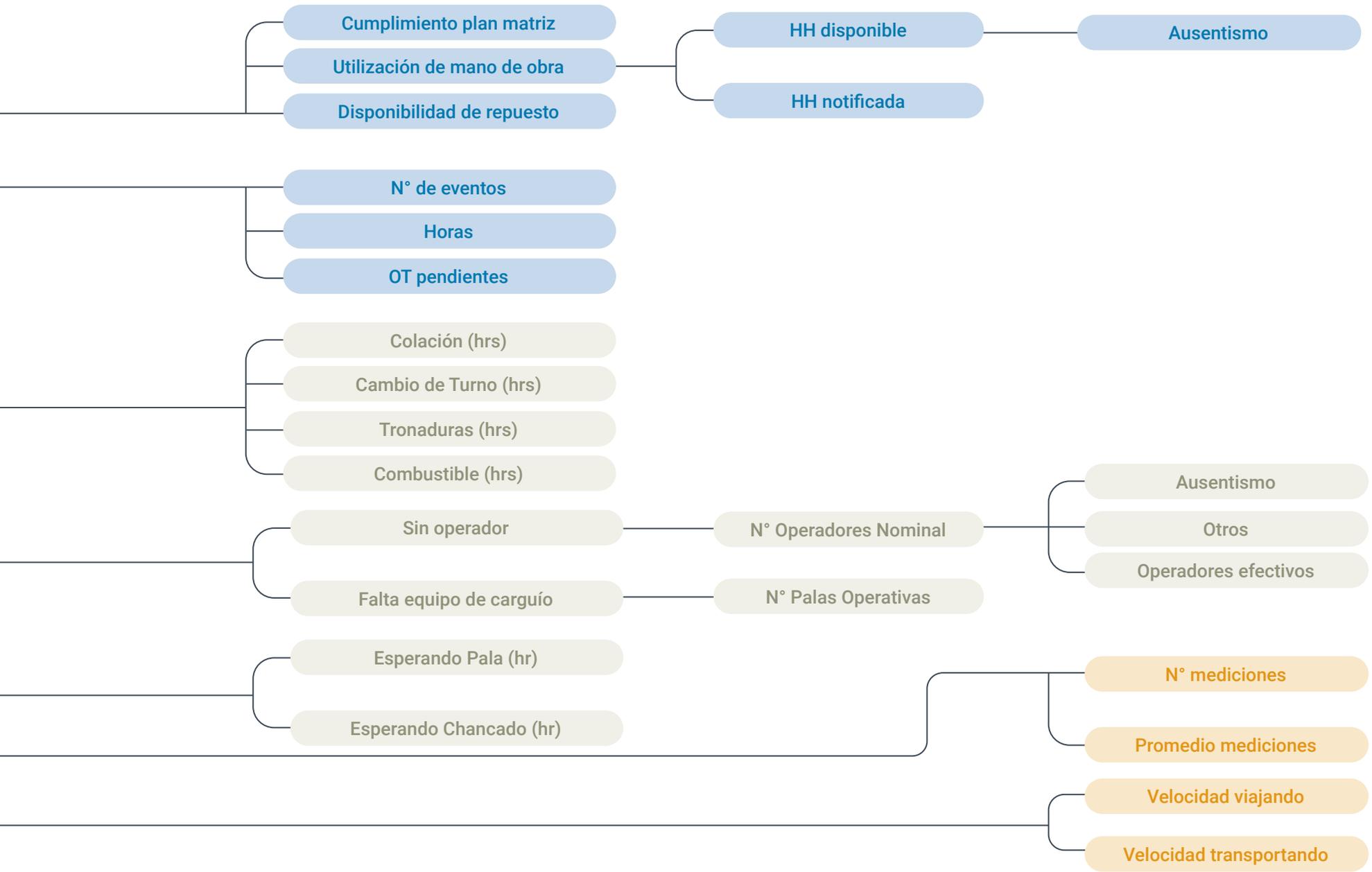
# Árbol KPI

---

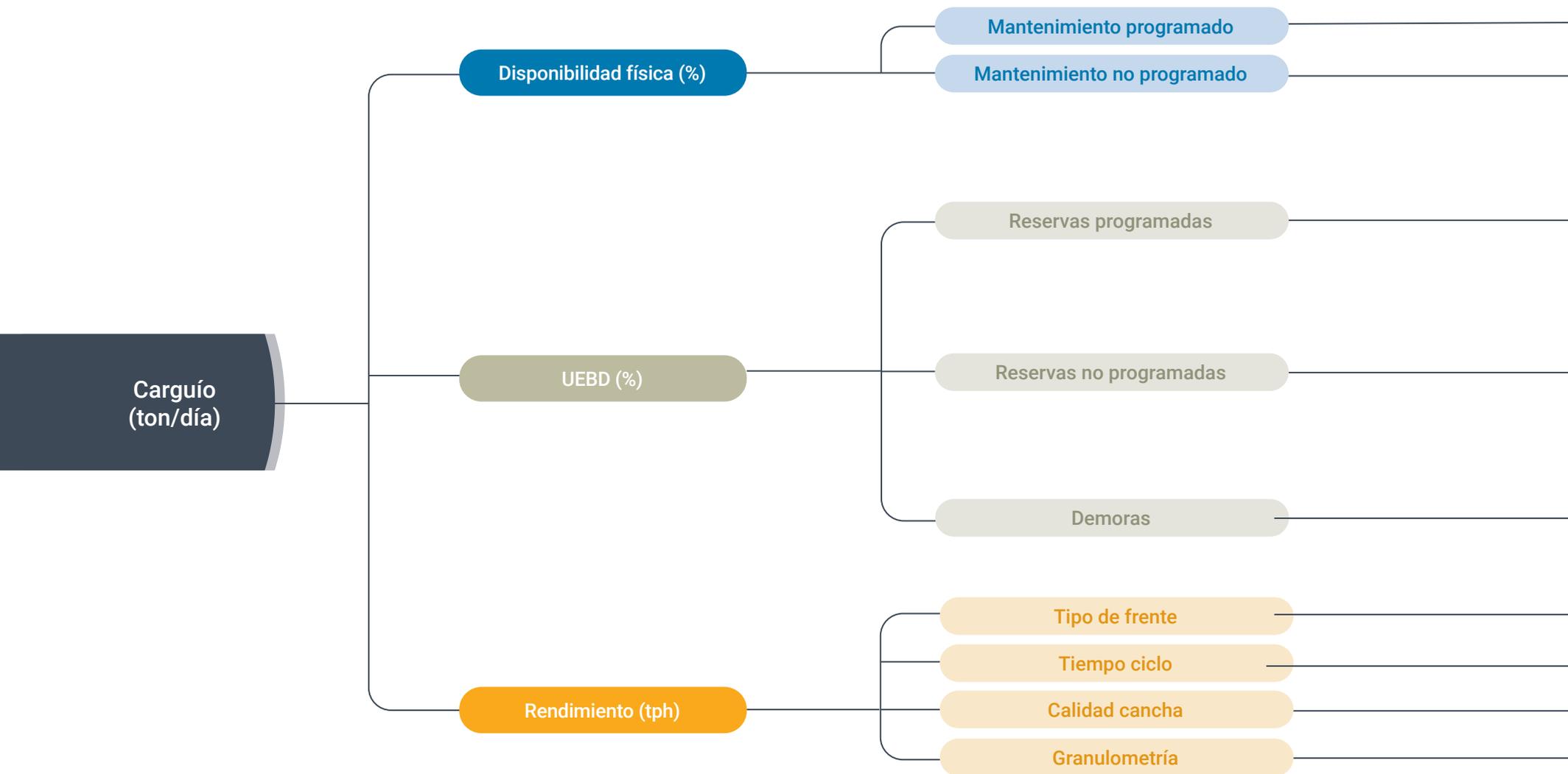
División Chuquicamata

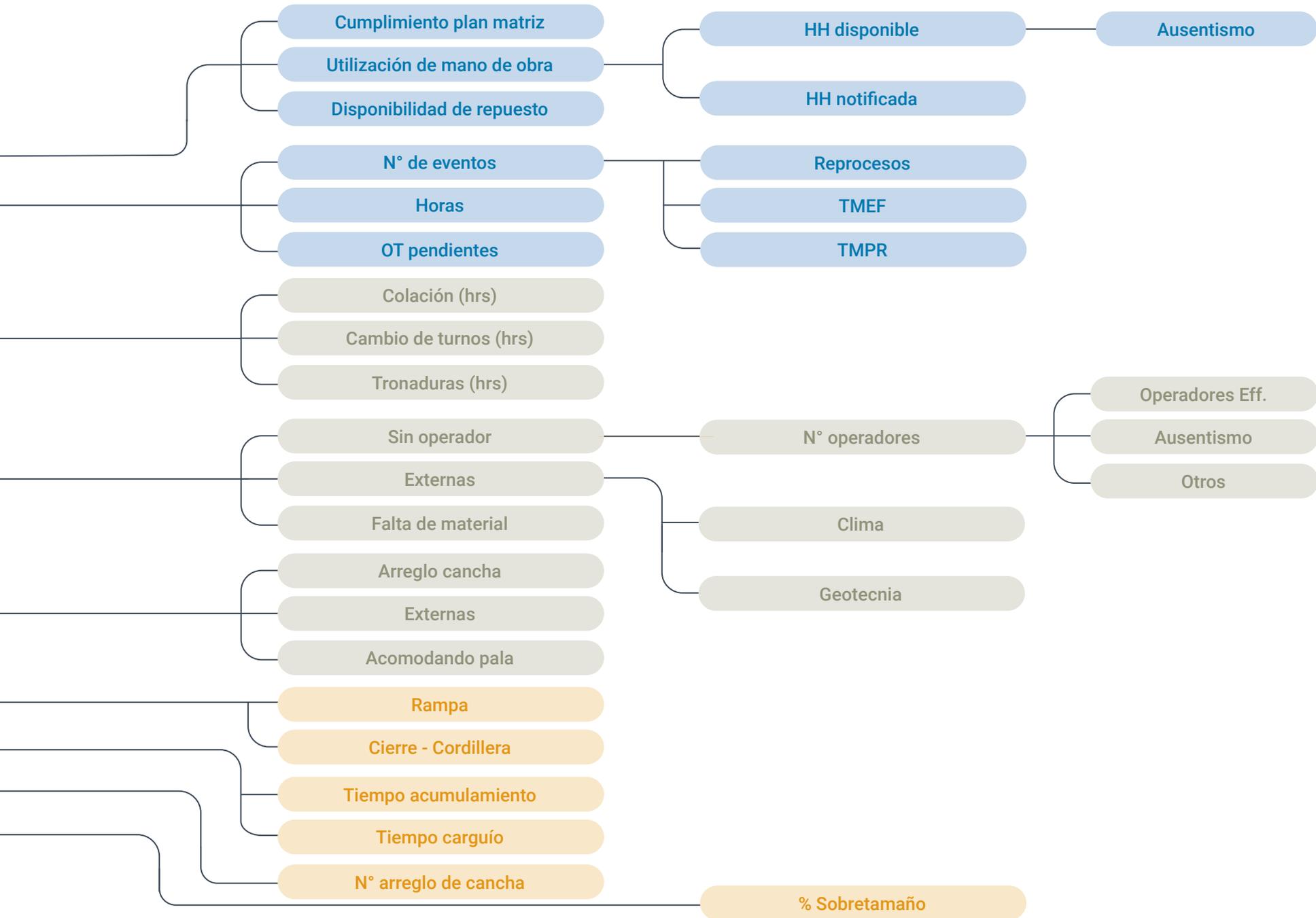
## ÁRBOL KPI – Transporte Mina Rajo



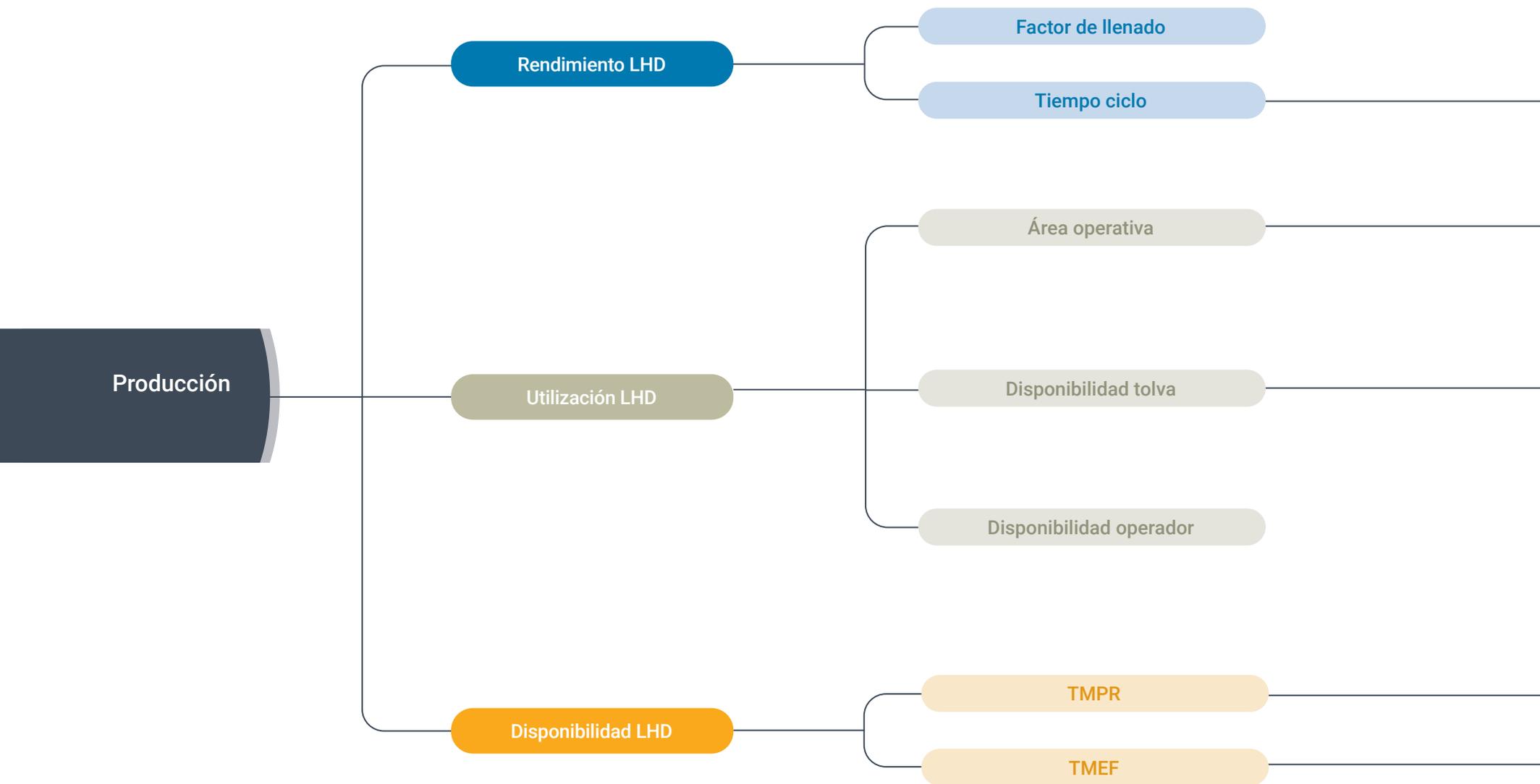


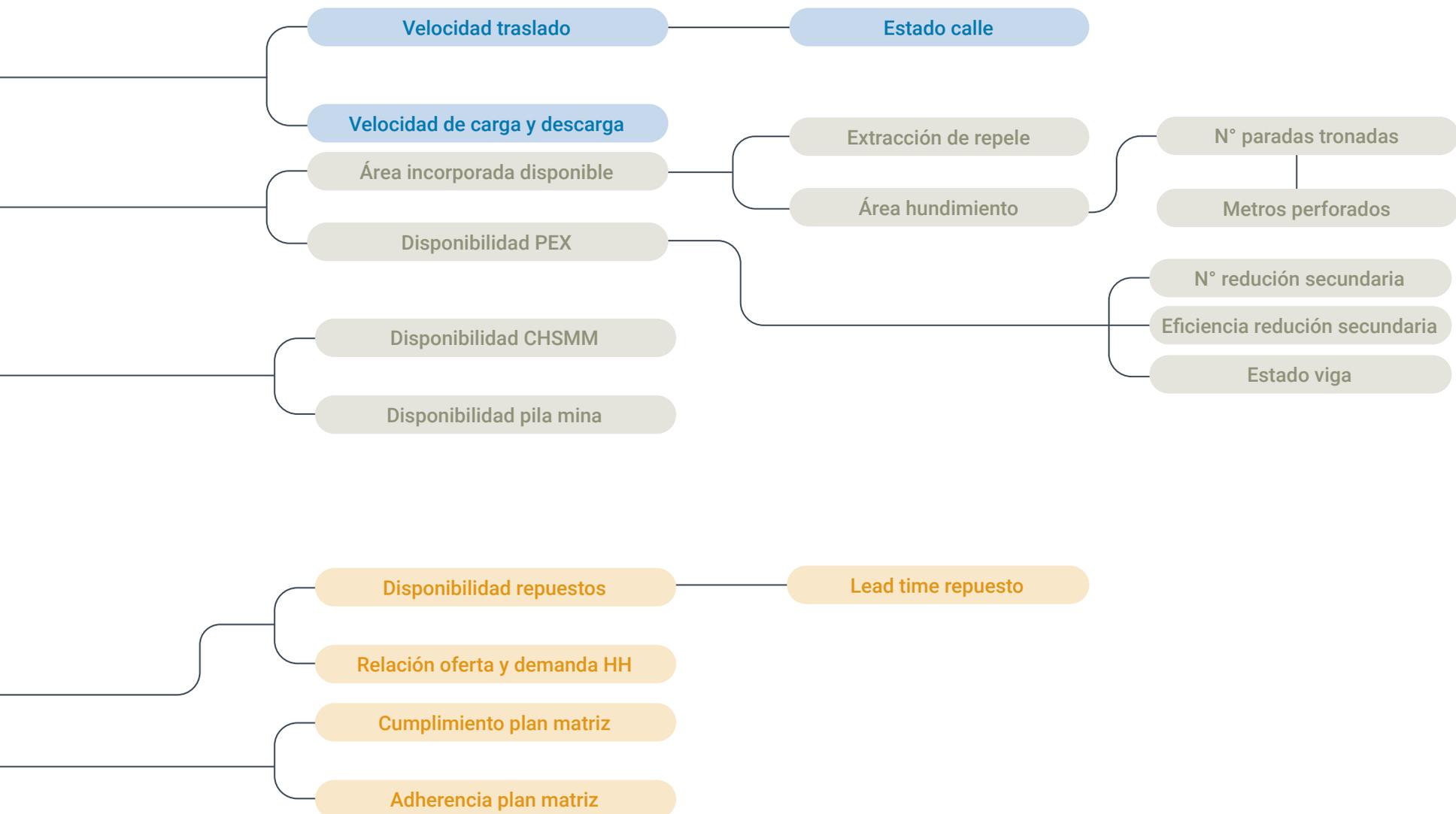
## ÁRBOL KPI – Carguío Mina Rajo



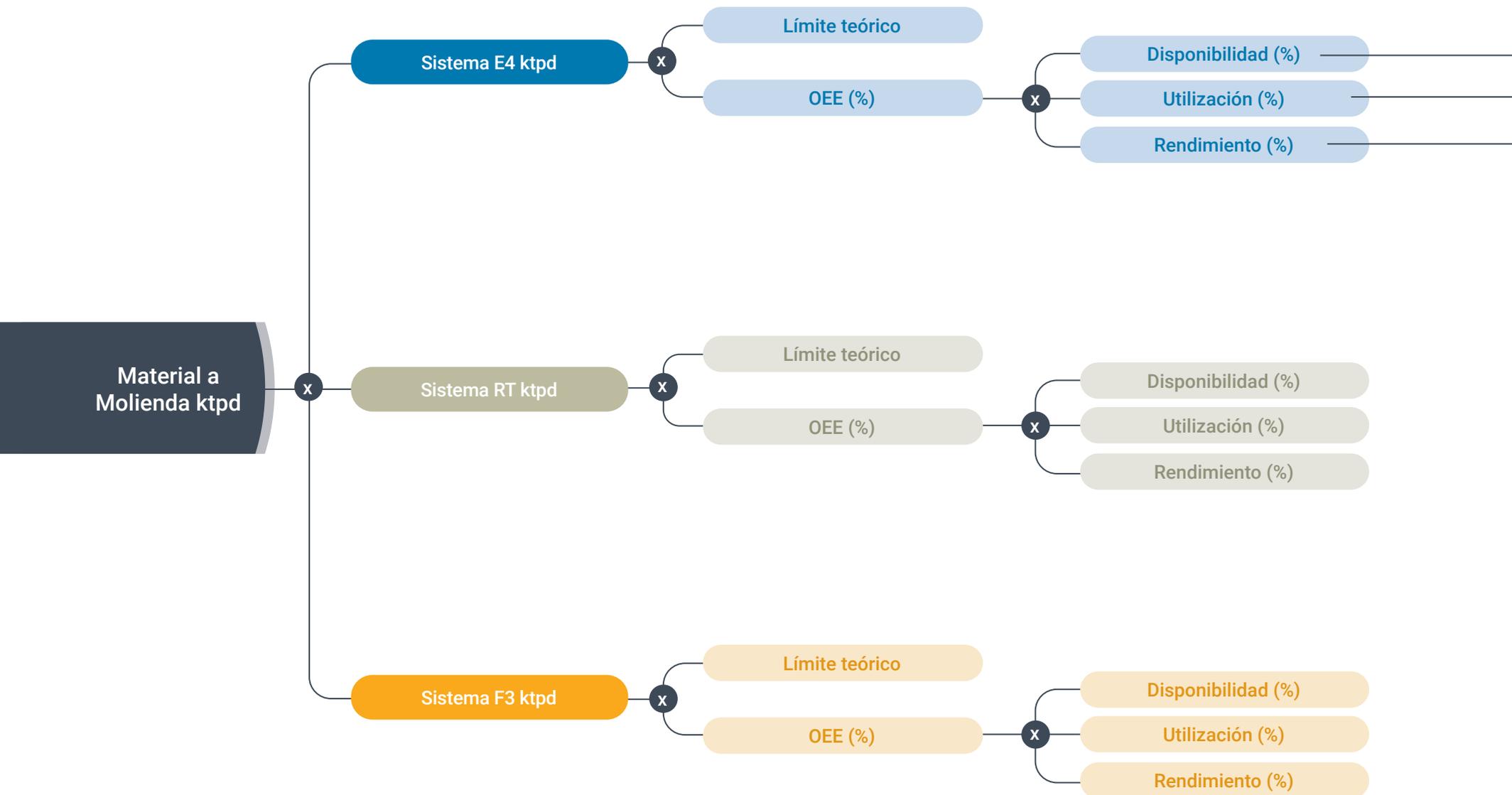


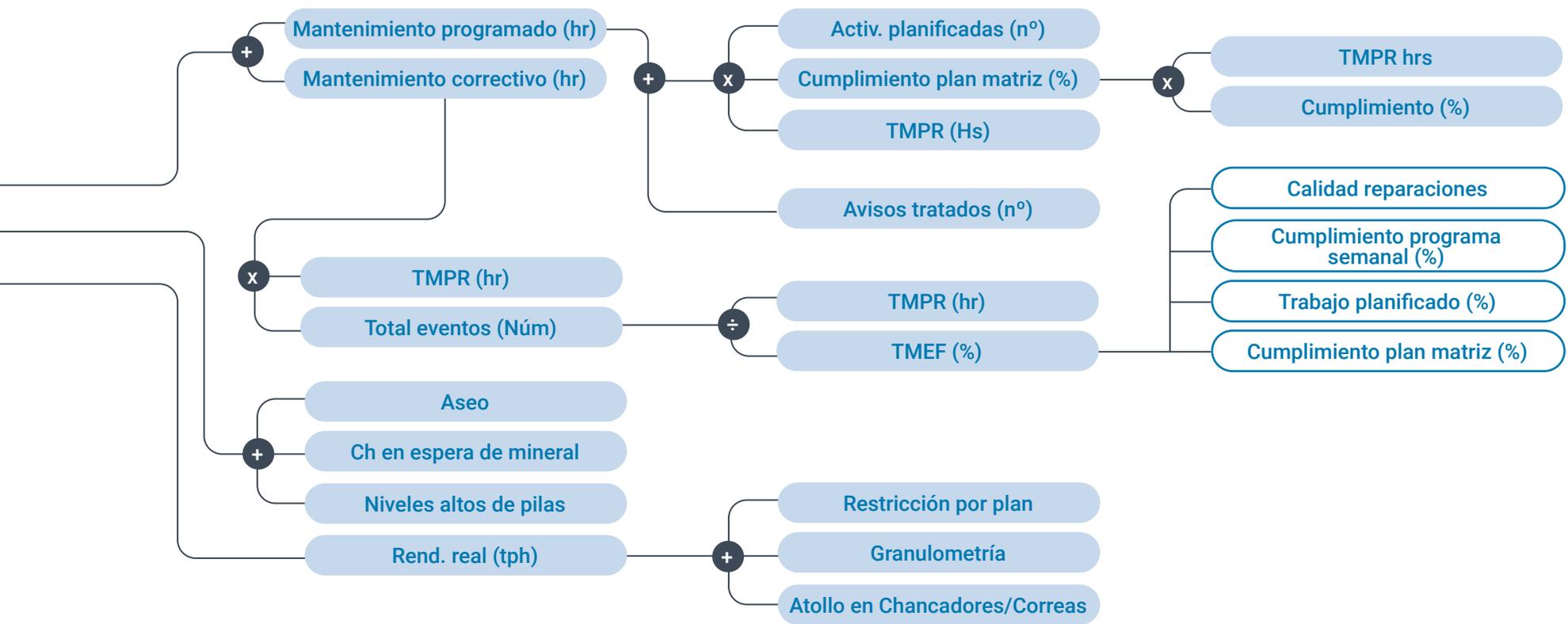
## ÁRBOL KPI – Producción Mina Subterránea





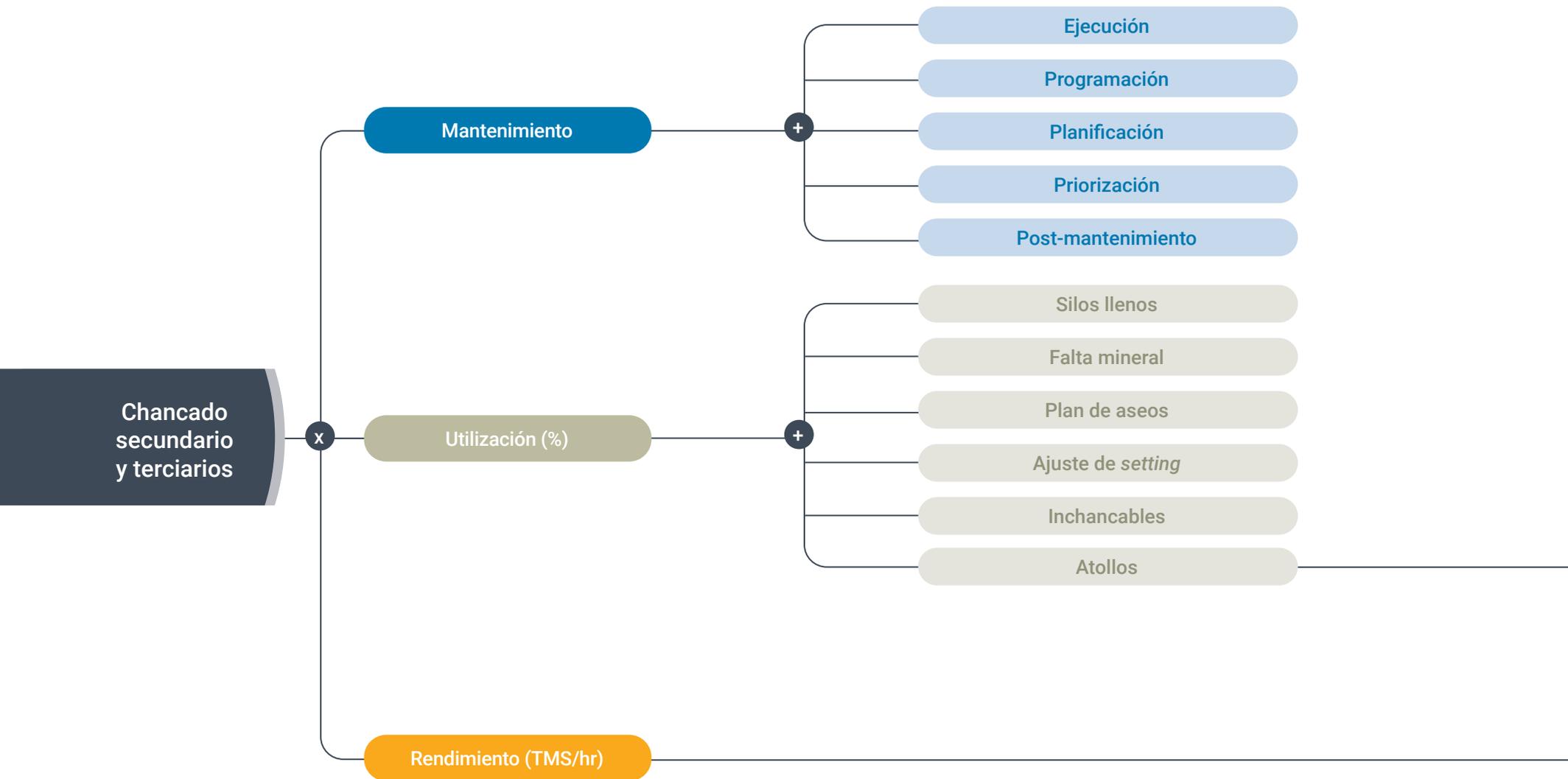
## ÁRBOL KPI – Planta de Chancado primario





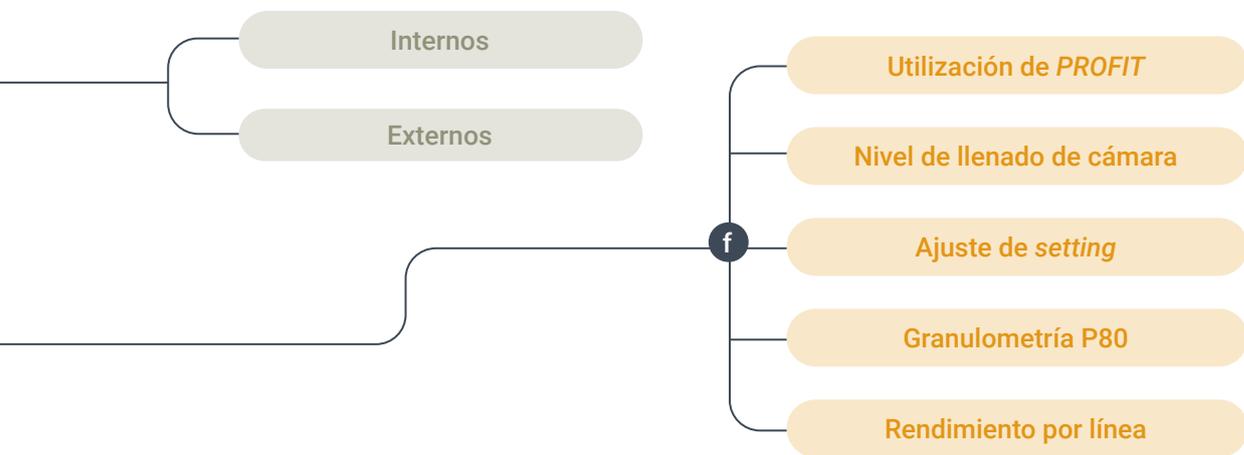
- Indicador cuantitativo
- Indicador cualitativo

## ÁRBOL KPI – Planta de Chancado secundario y terciario



% Cumpl. Plan matriz

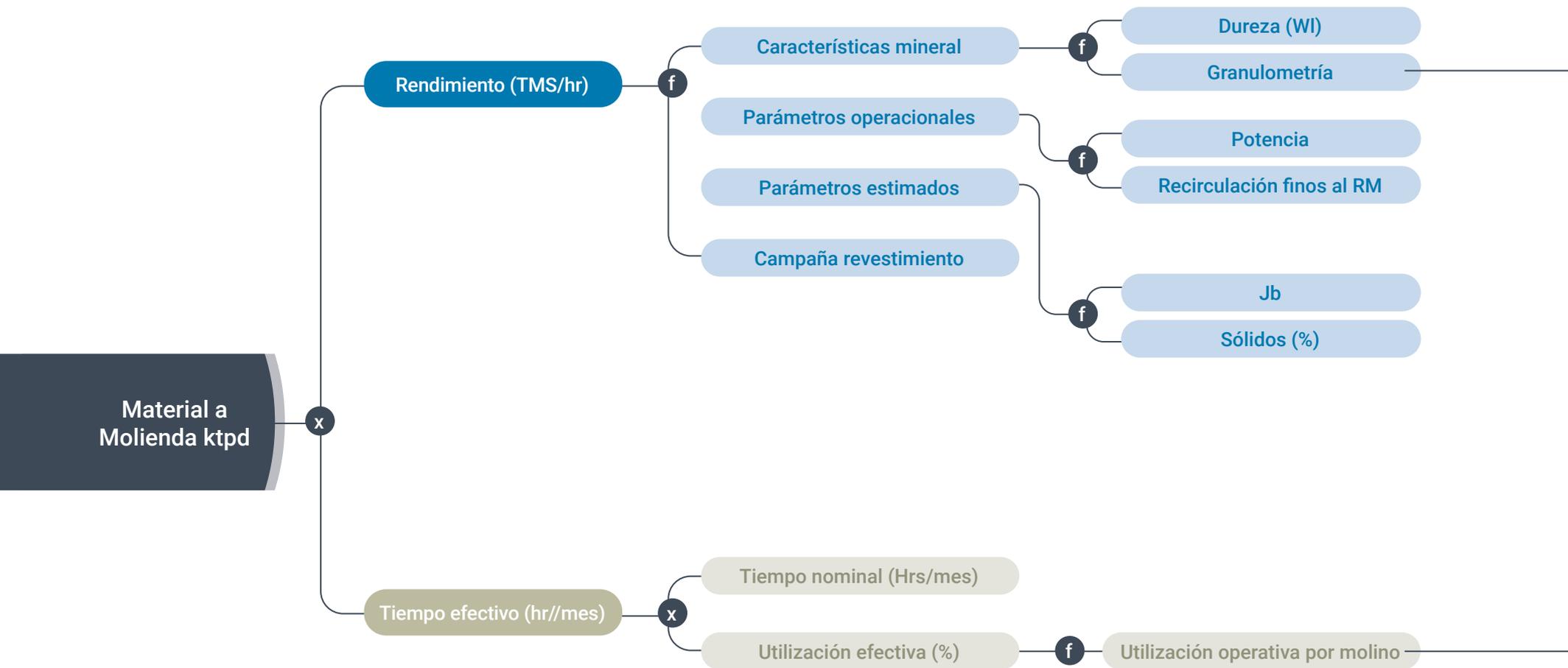
% Cum. Programa semanal OP

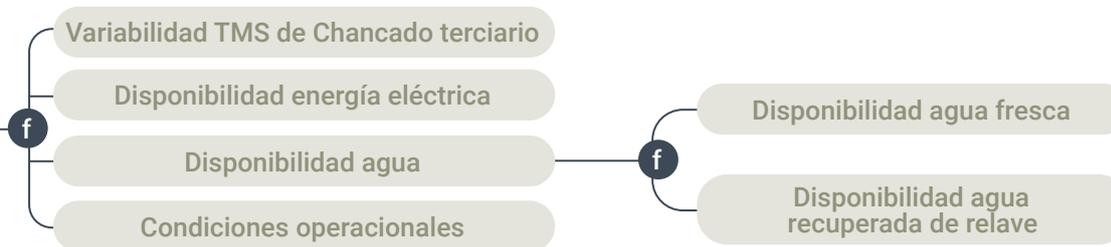
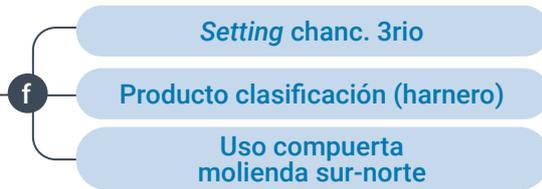


Indicador cuantitativo

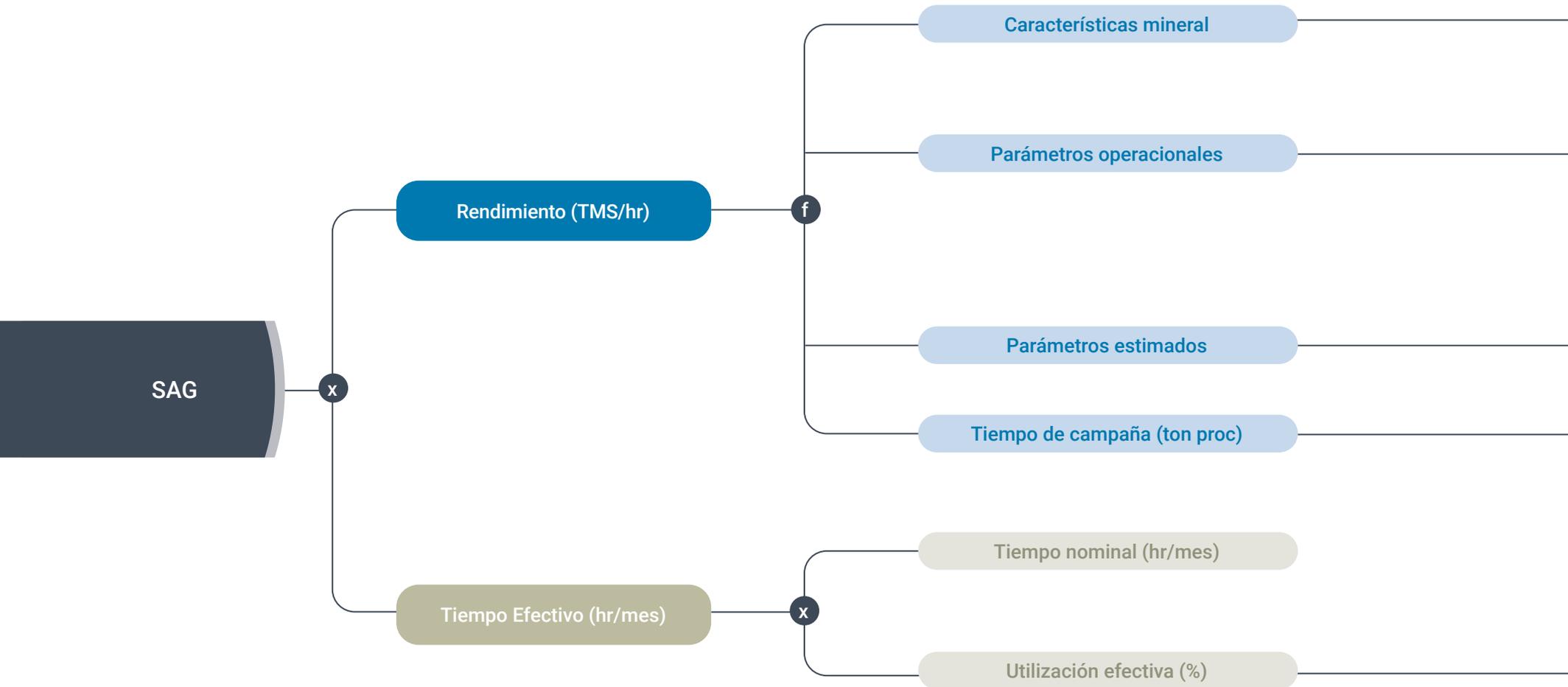
Indicador cualitativo

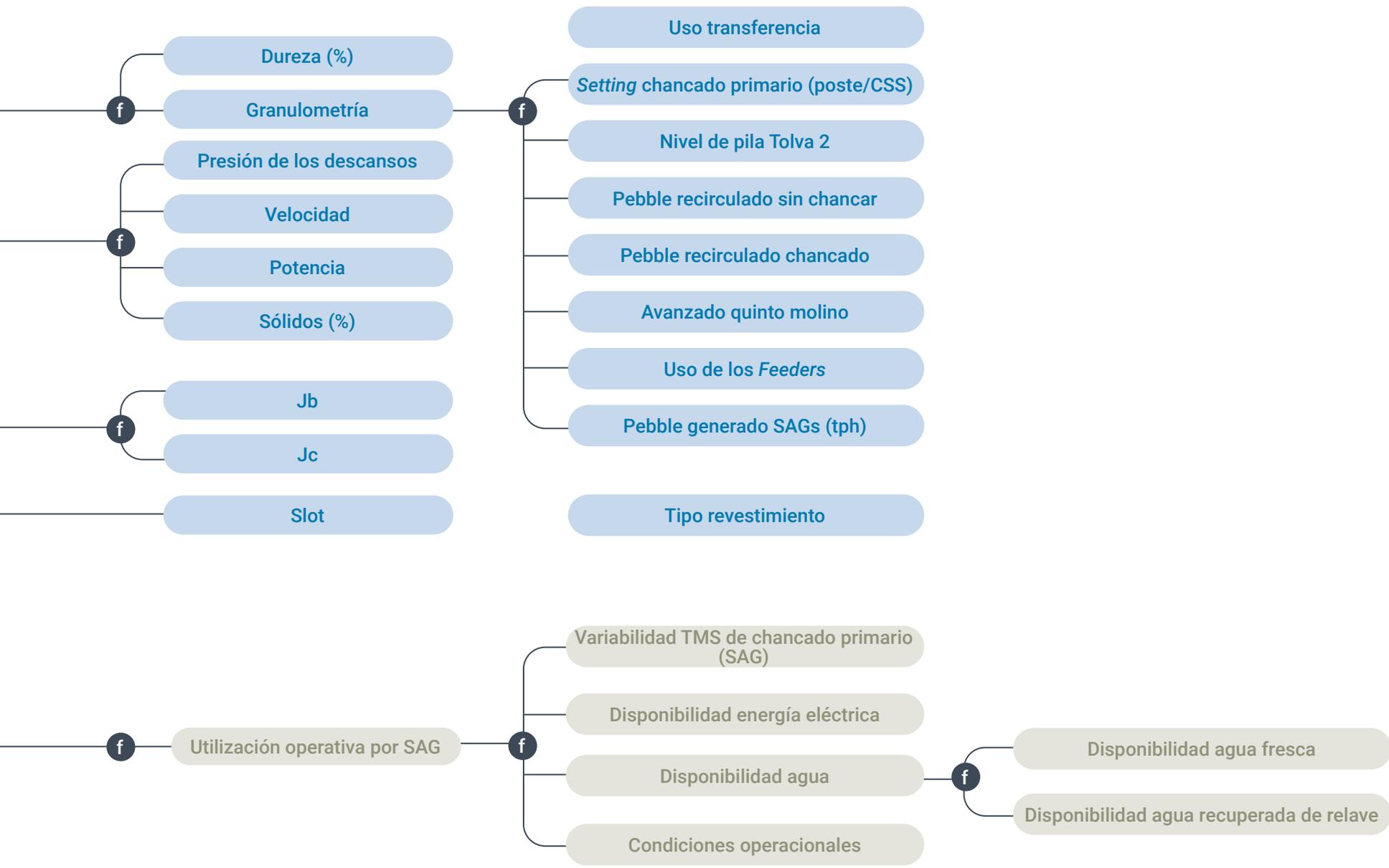
## ÁRBOL KPI – Planta de Molienda A0 - A1



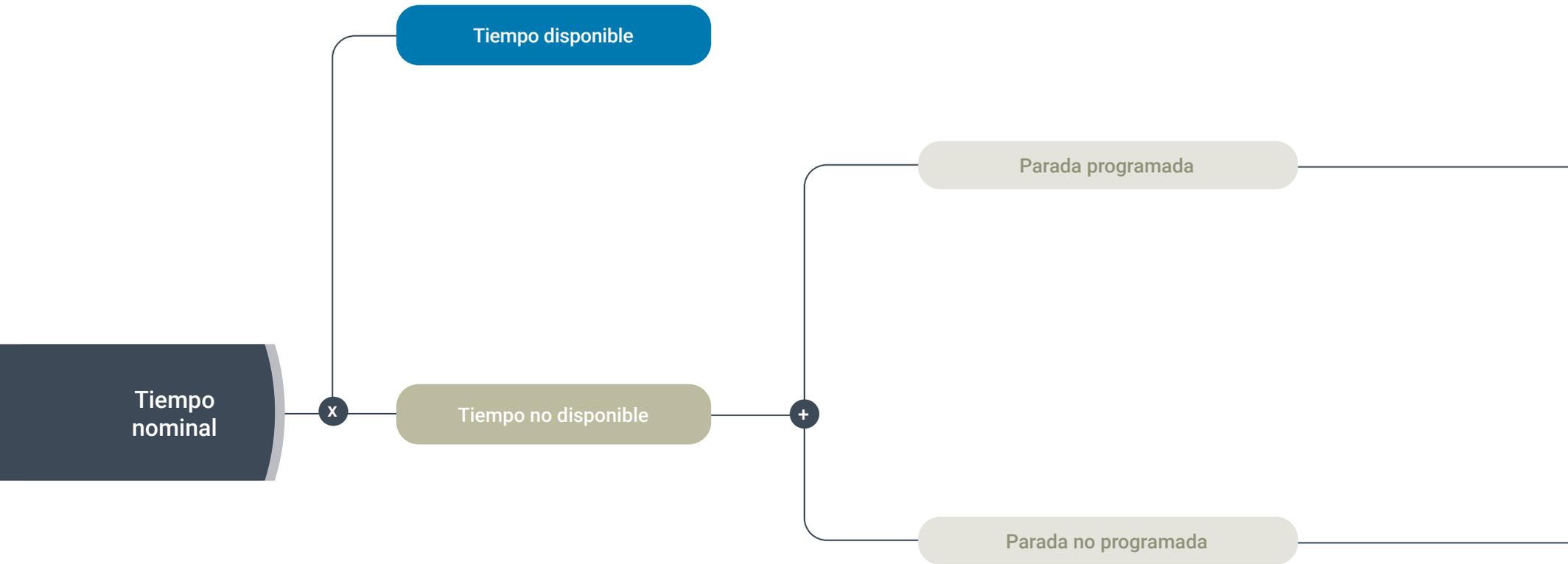


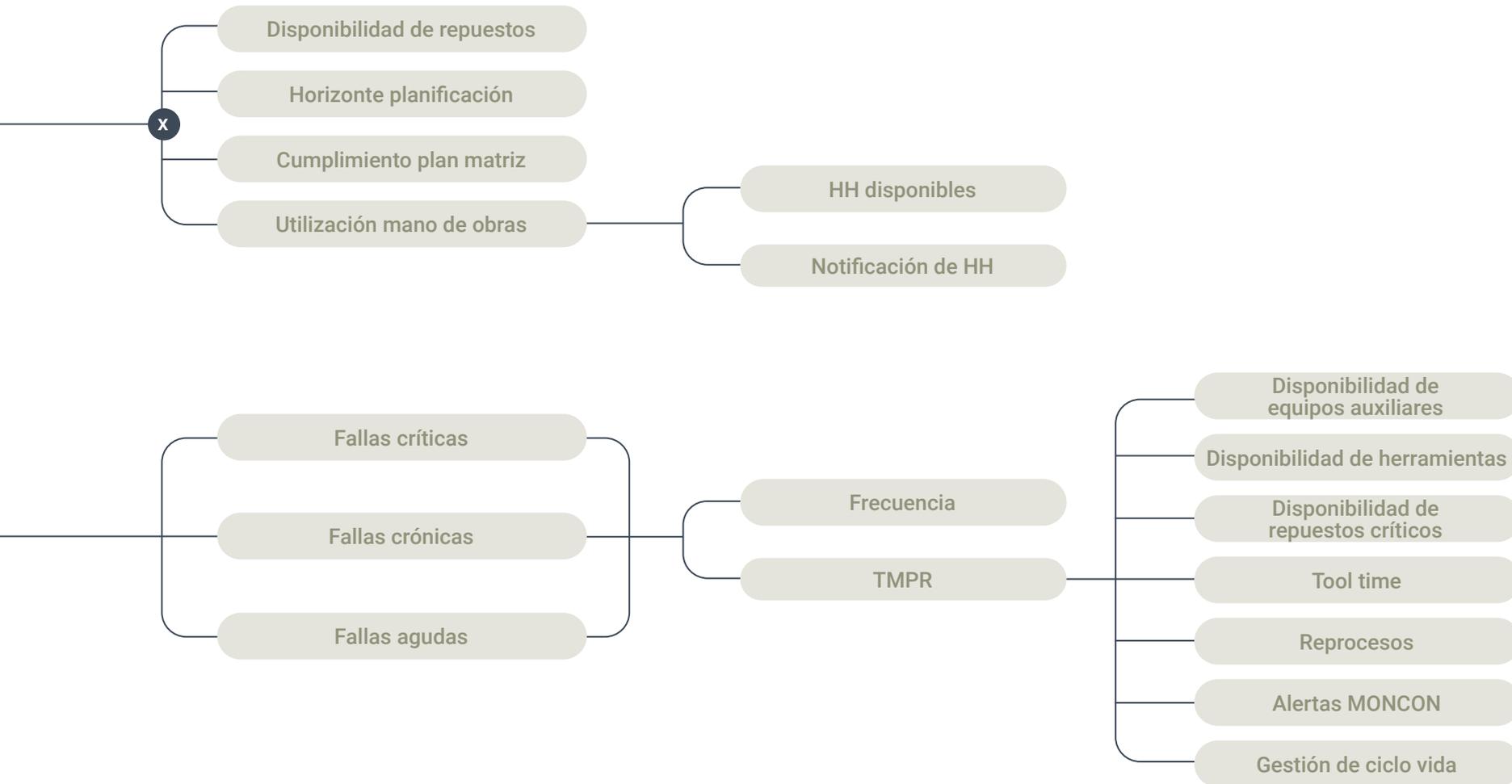
## ÁRBOL KPI – Molienda A2



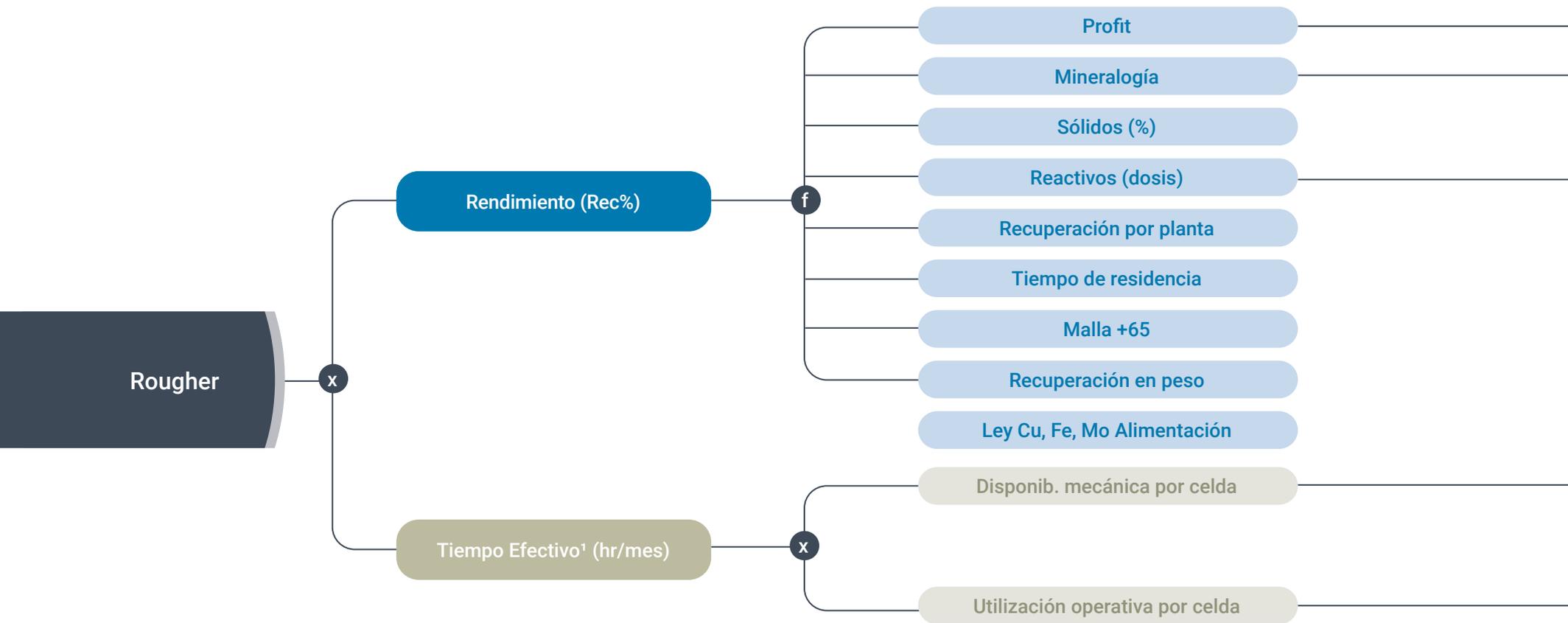


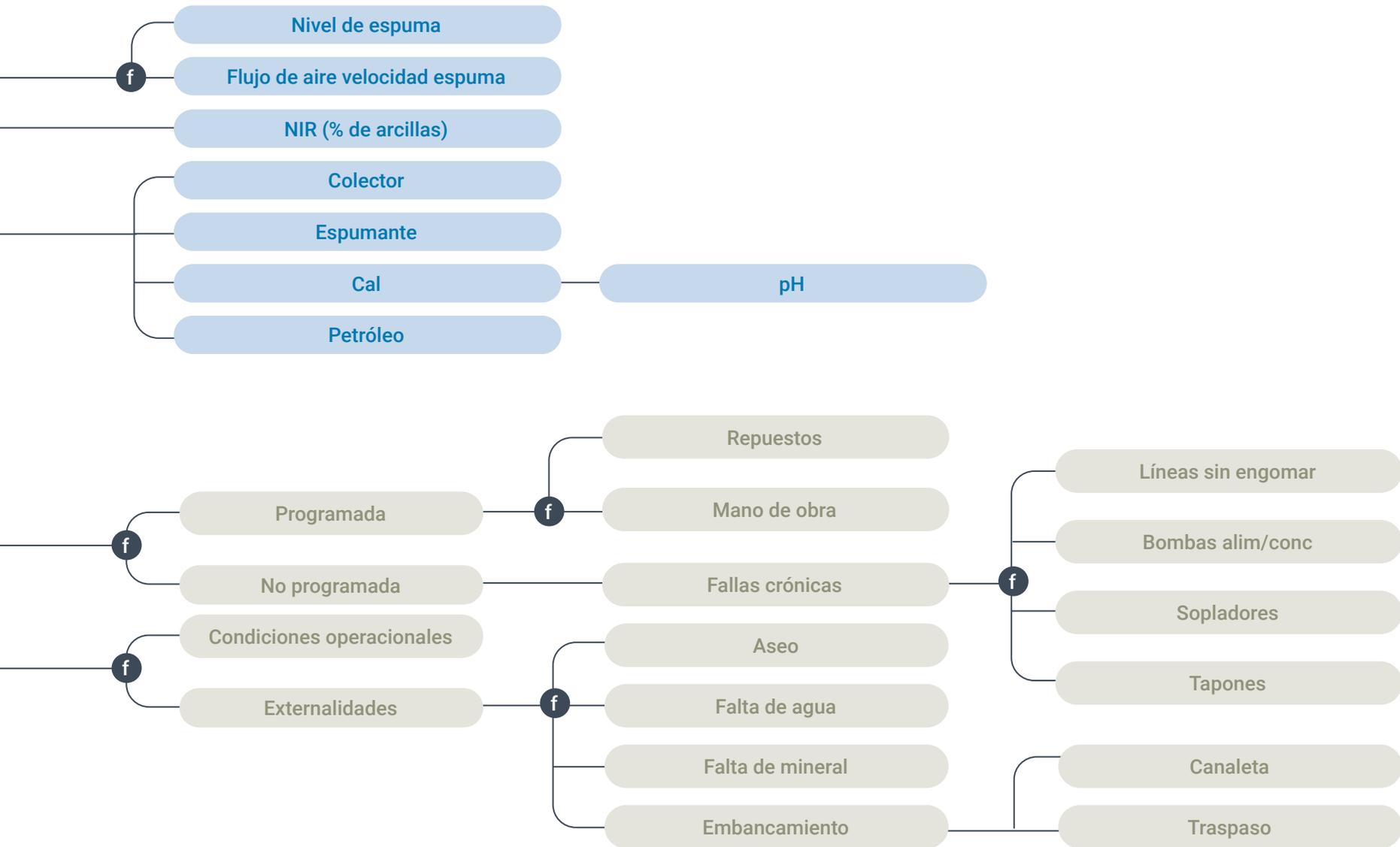
## ÁRBOL KPI – Disponibilidad plantas de molienda



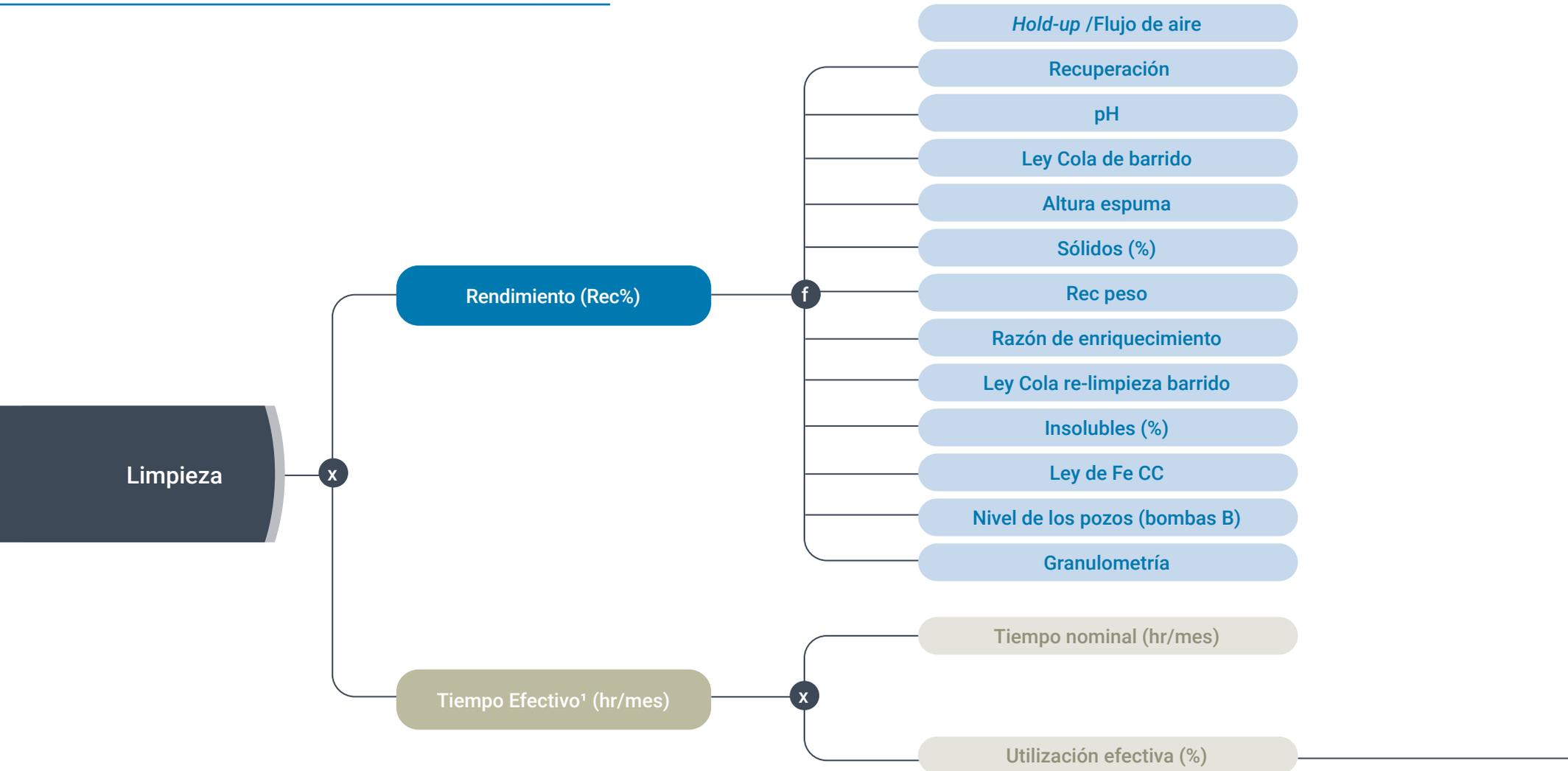


## ÁRBOL KPI – Planta flotación Rougher



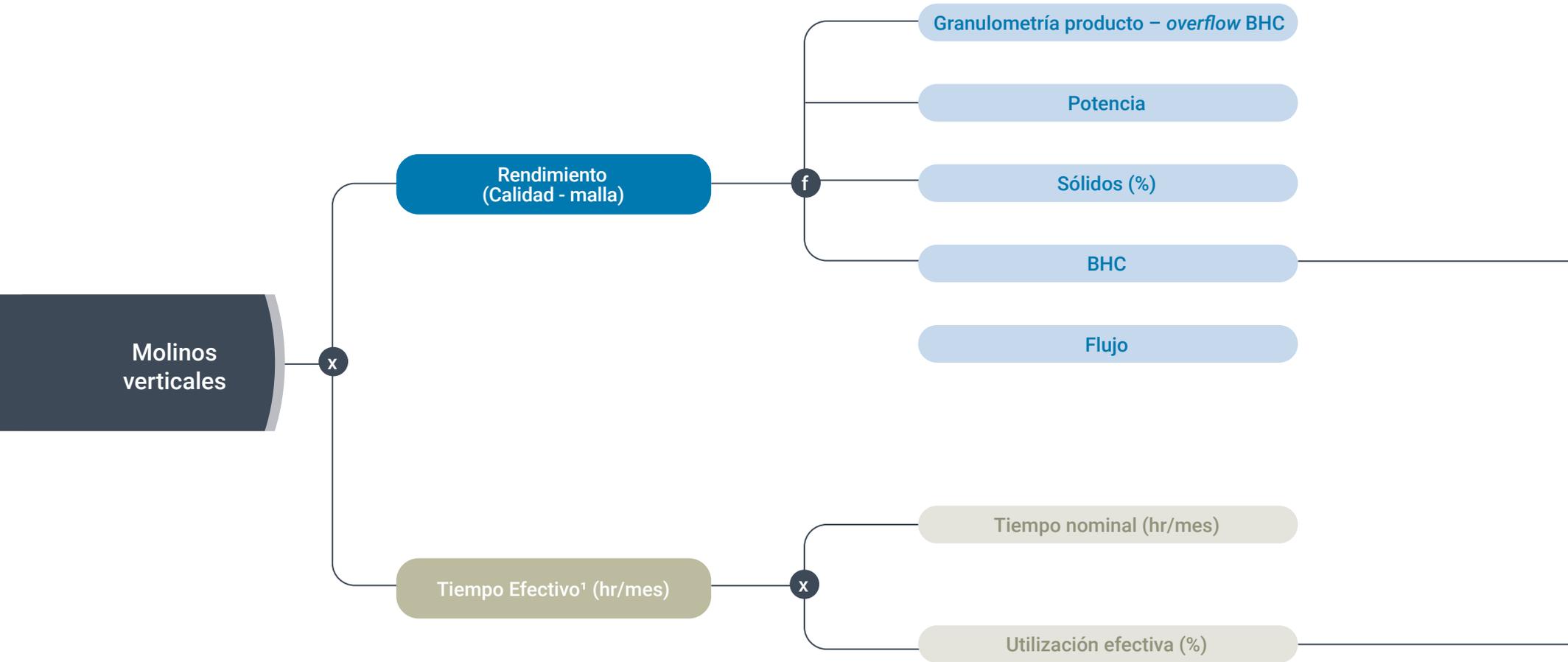


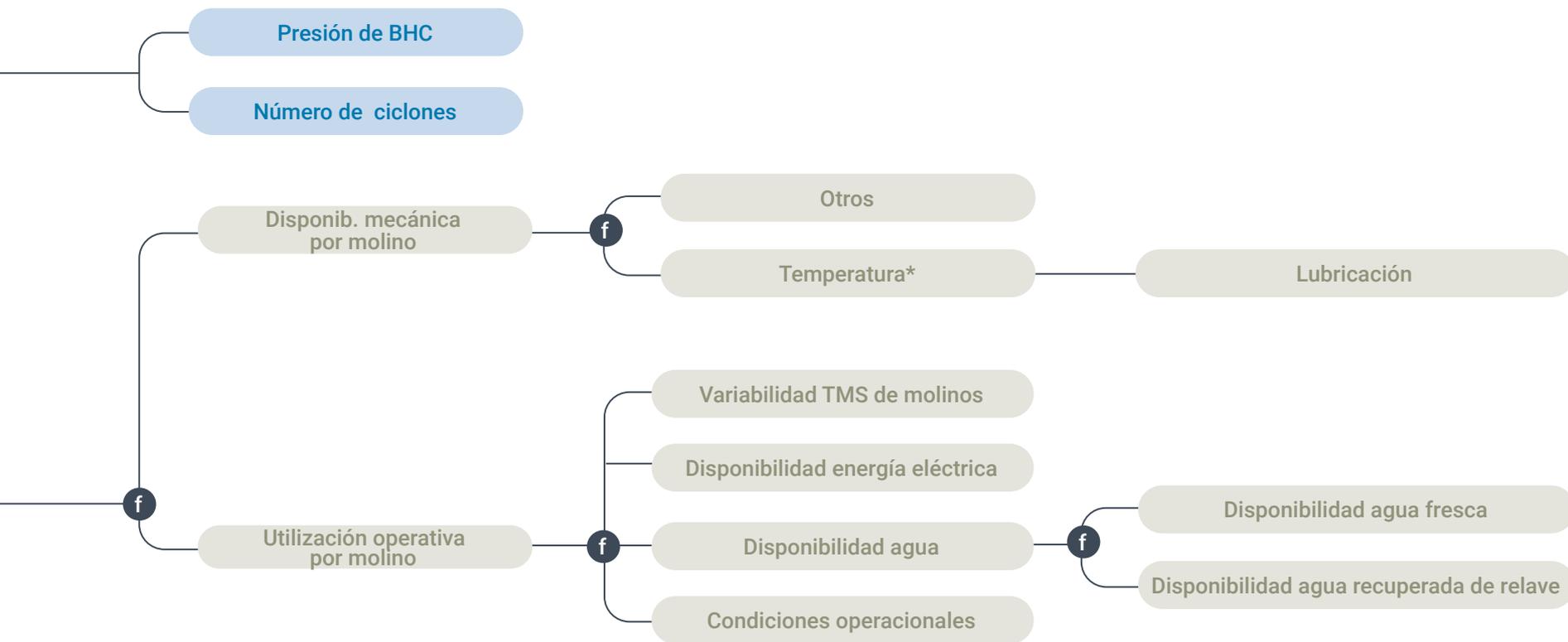
## ÁRBOL KPI – Planta flotación limpieza



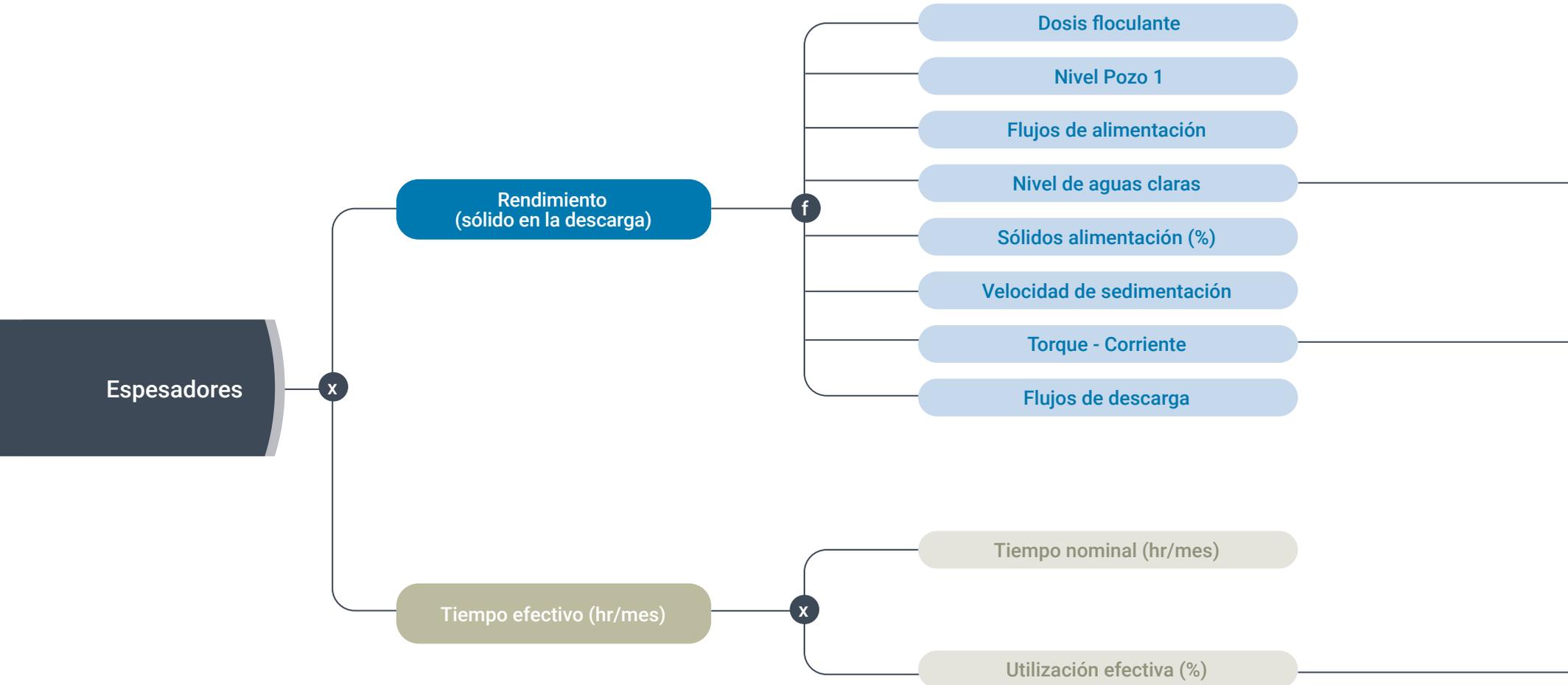


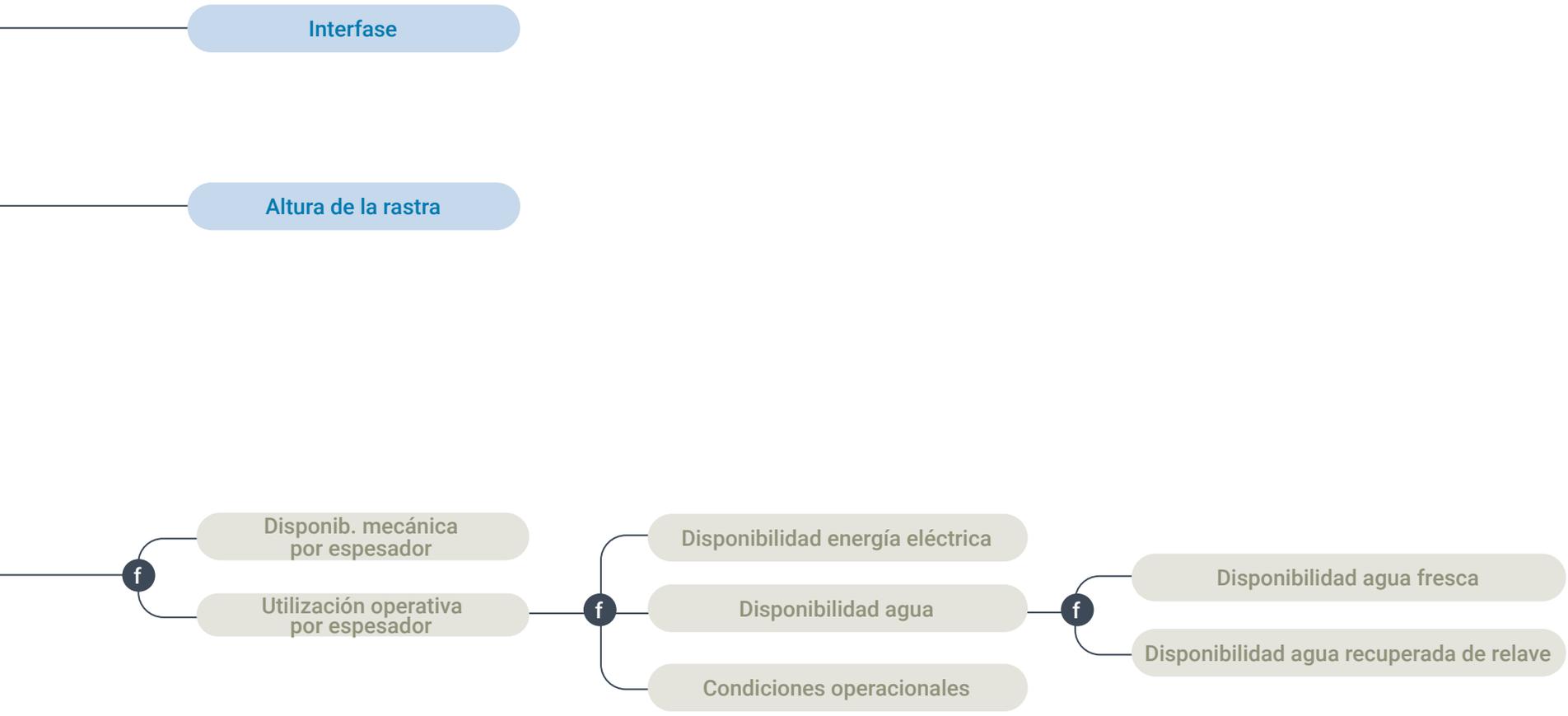
## ÁRBOL KPI – Planta molinos verticales



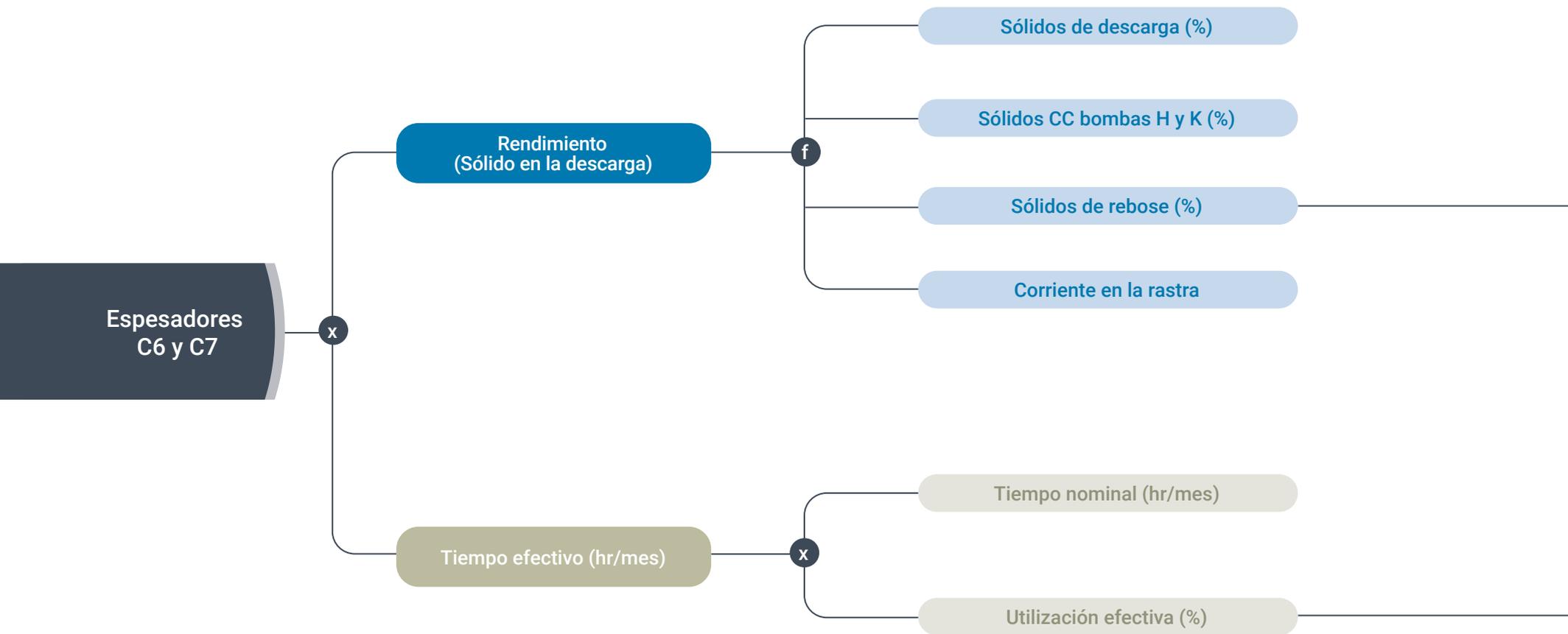


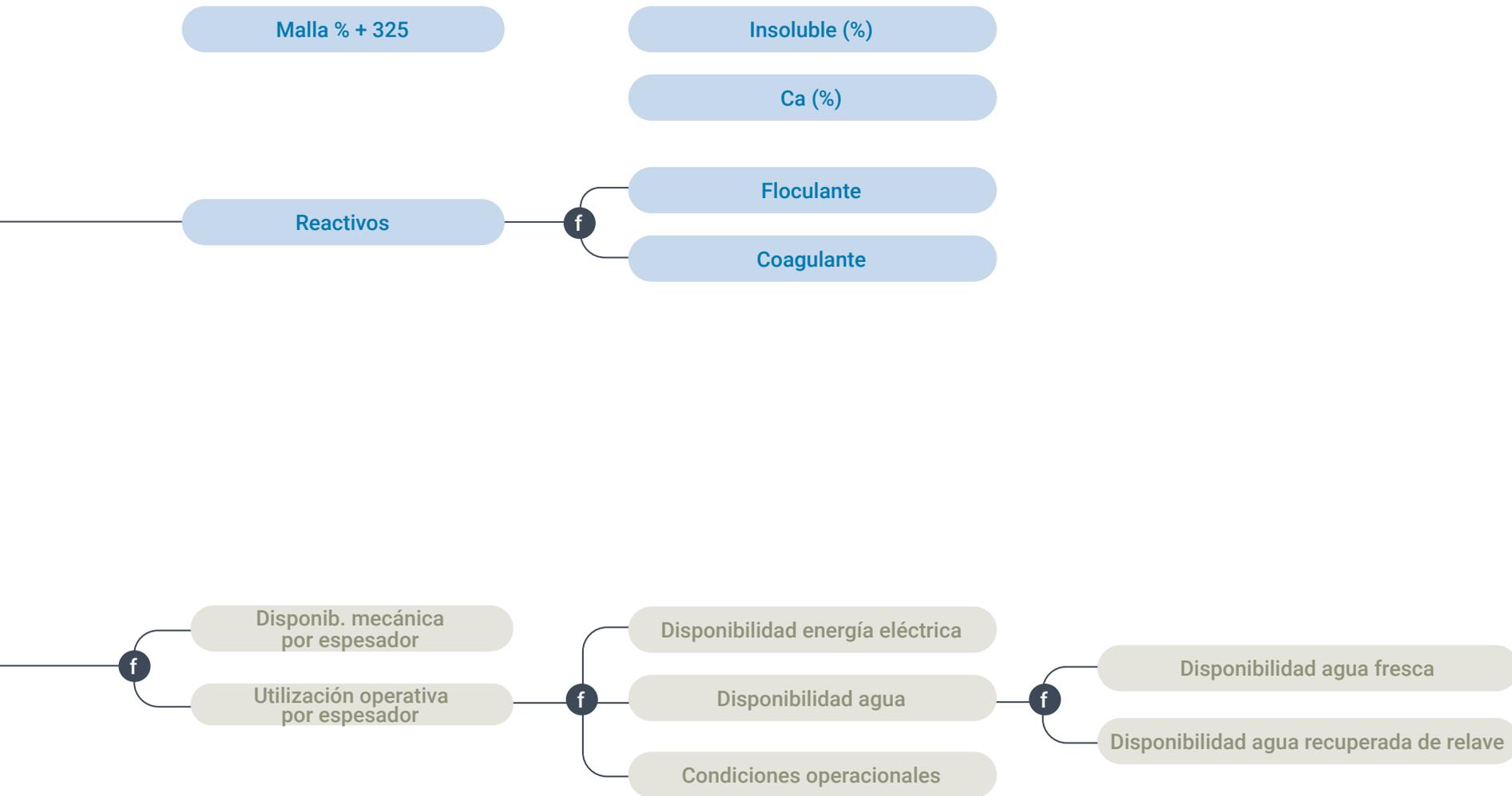
## ÁRBOL KPI – Planta espesadores



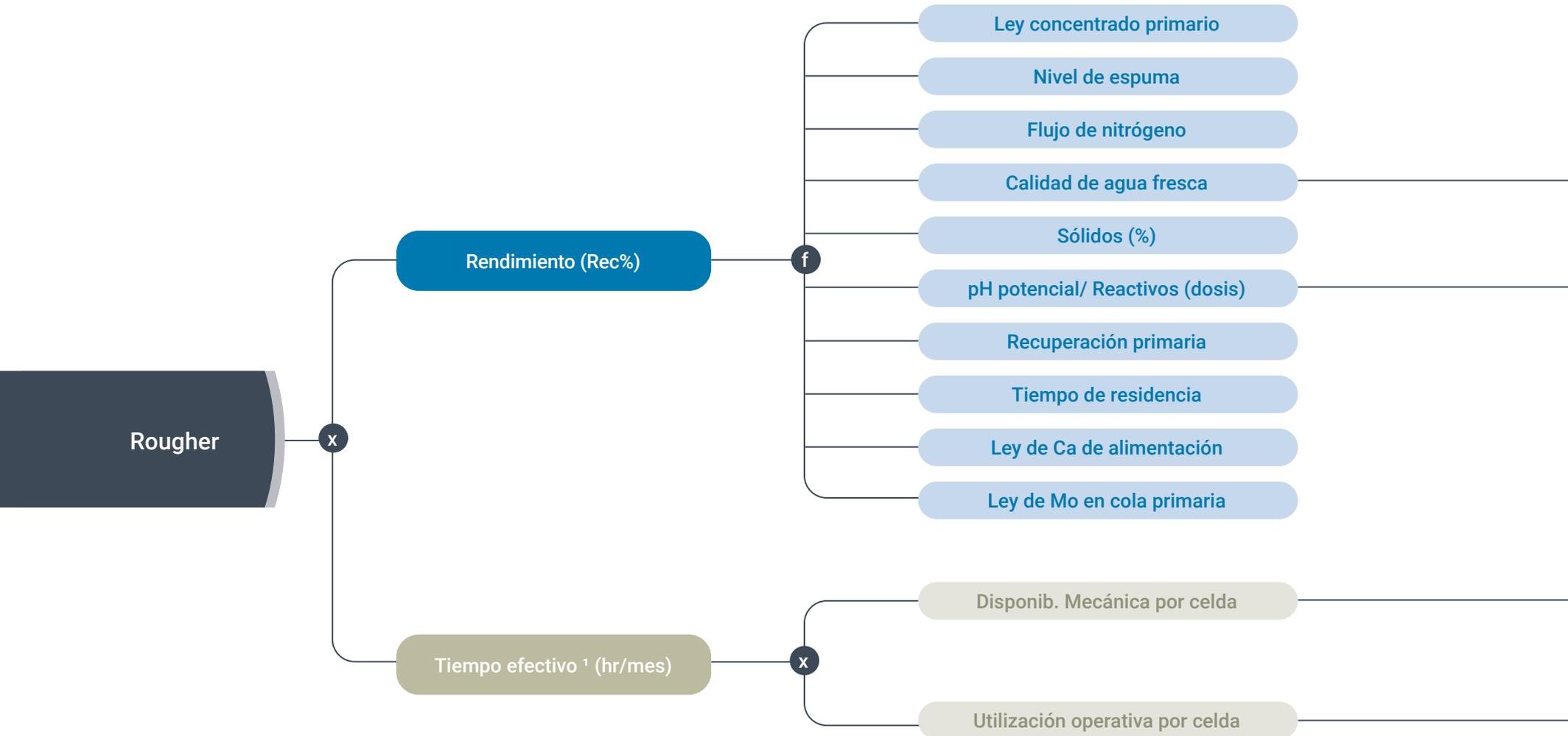


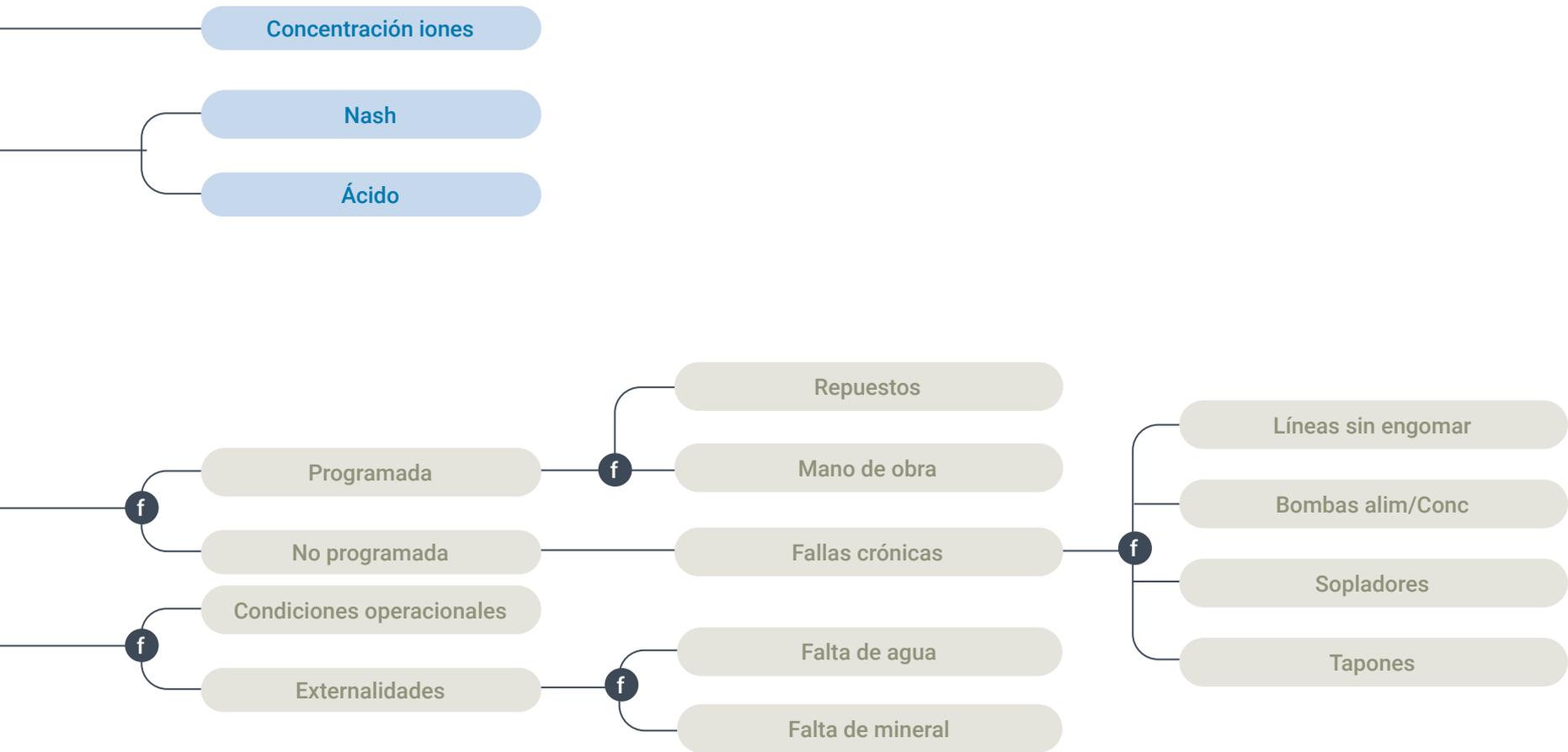
## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno



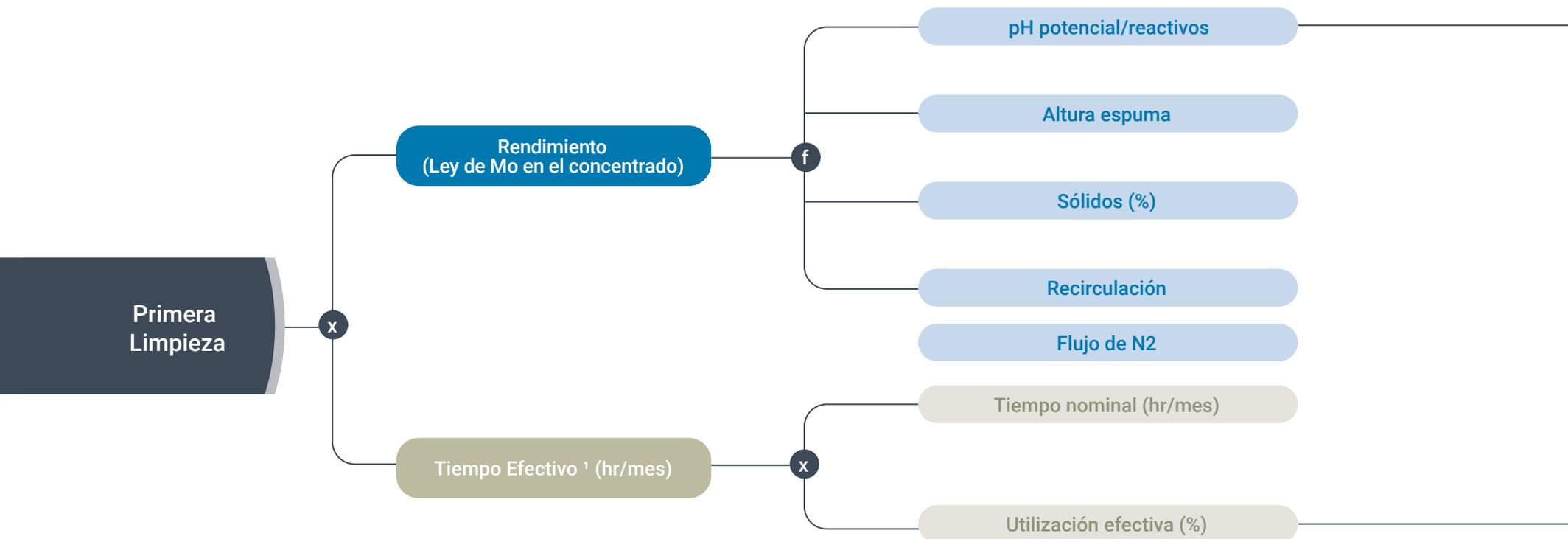


## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno



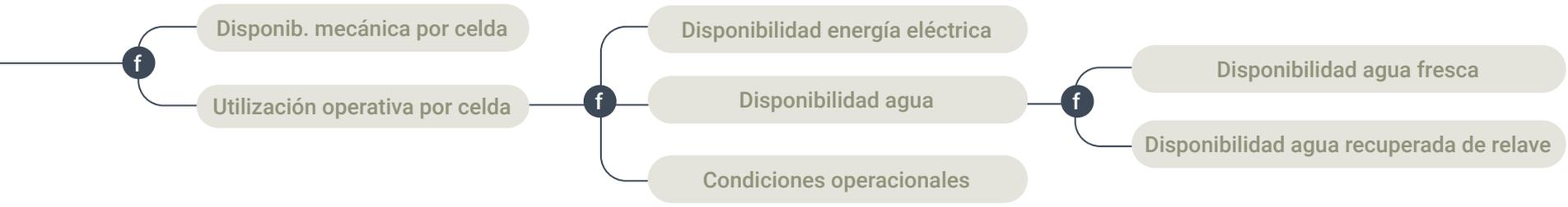


## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno

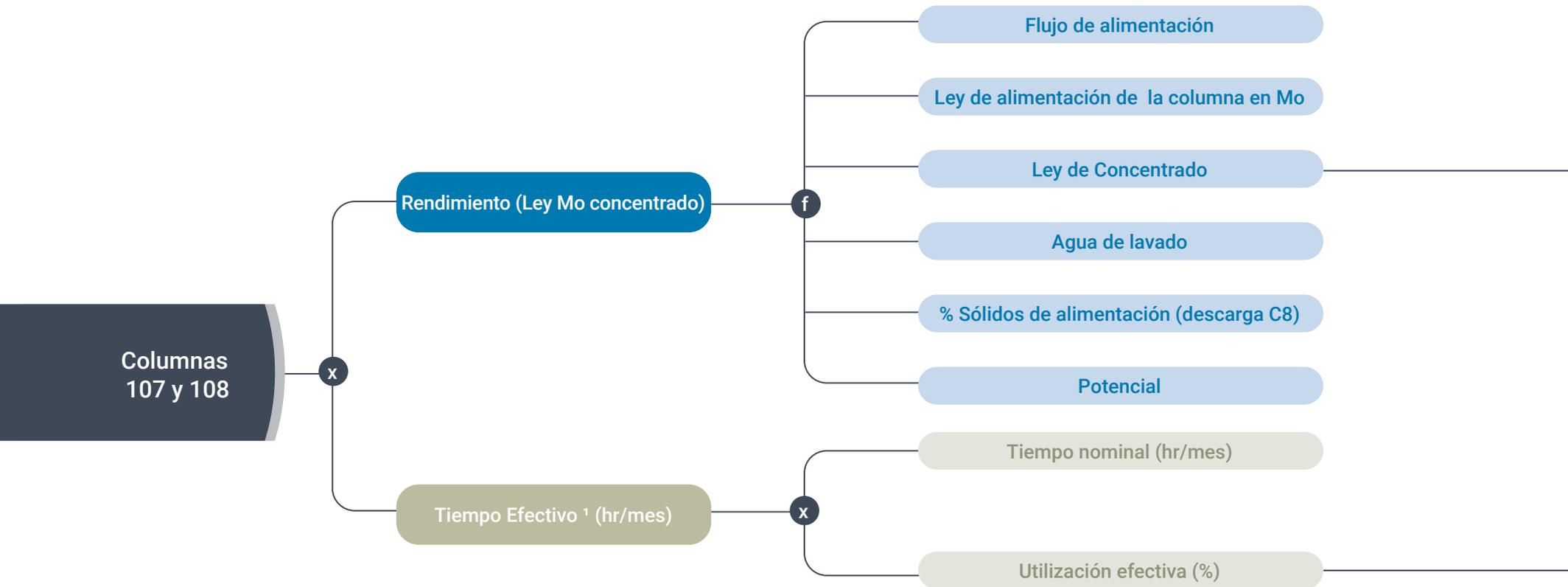




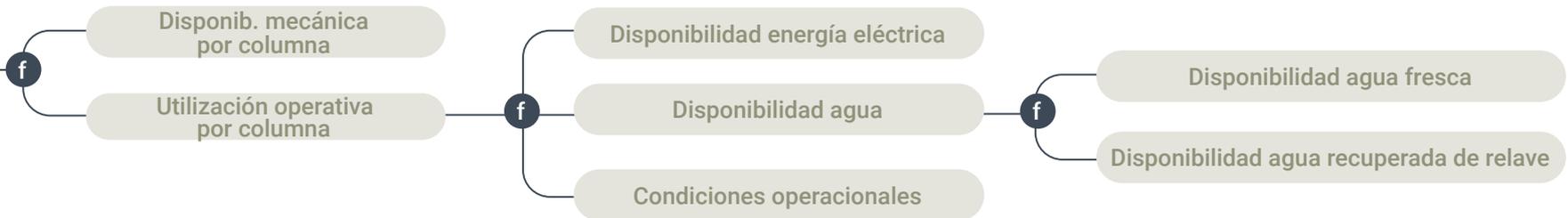
Ley de cola primaria limpieza



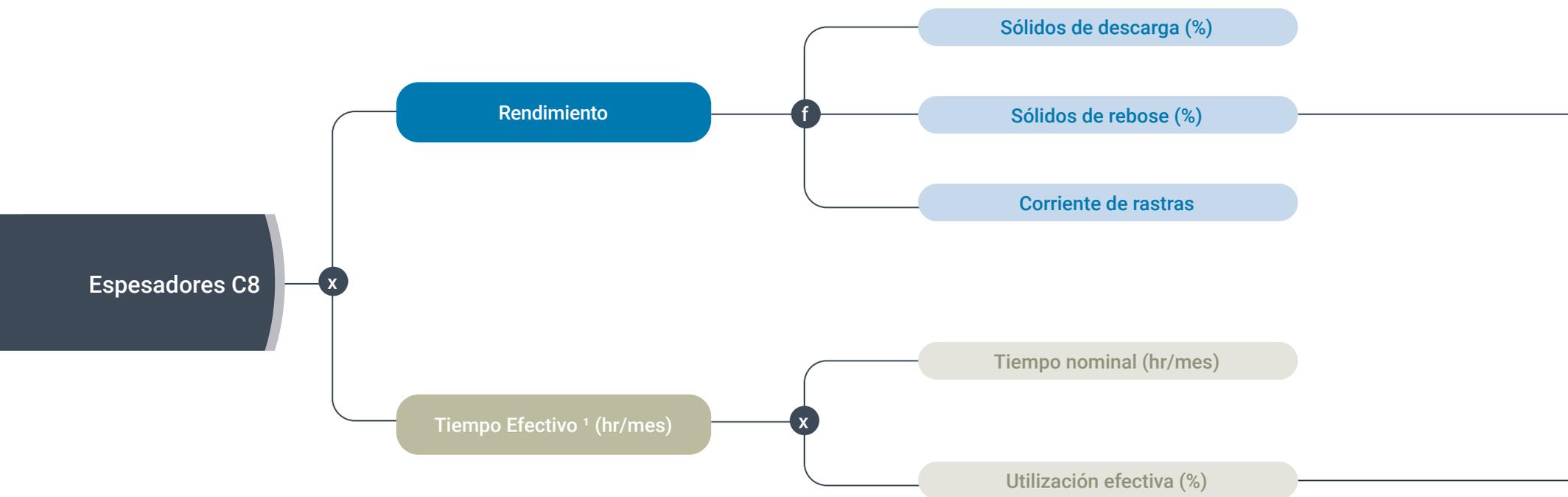
## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno

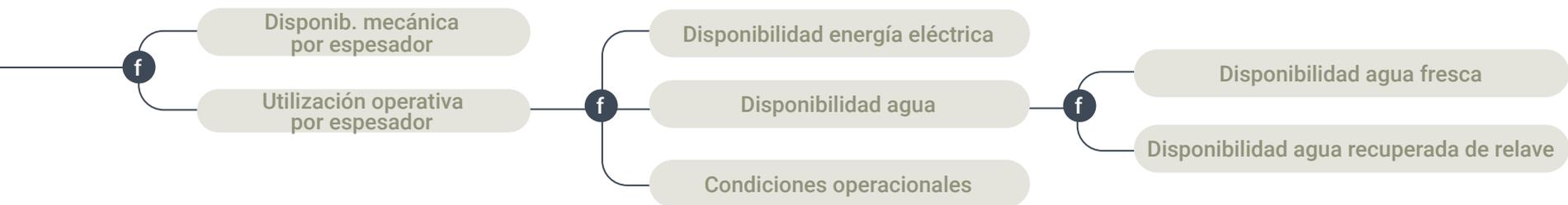
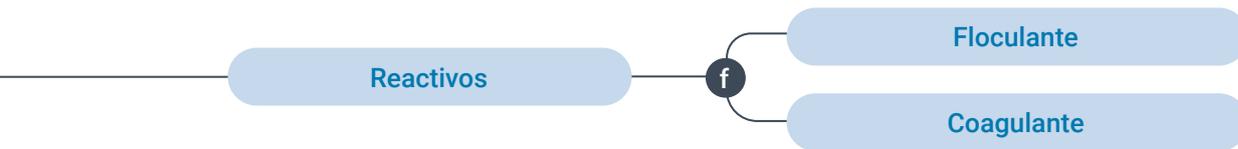


Altura espuma

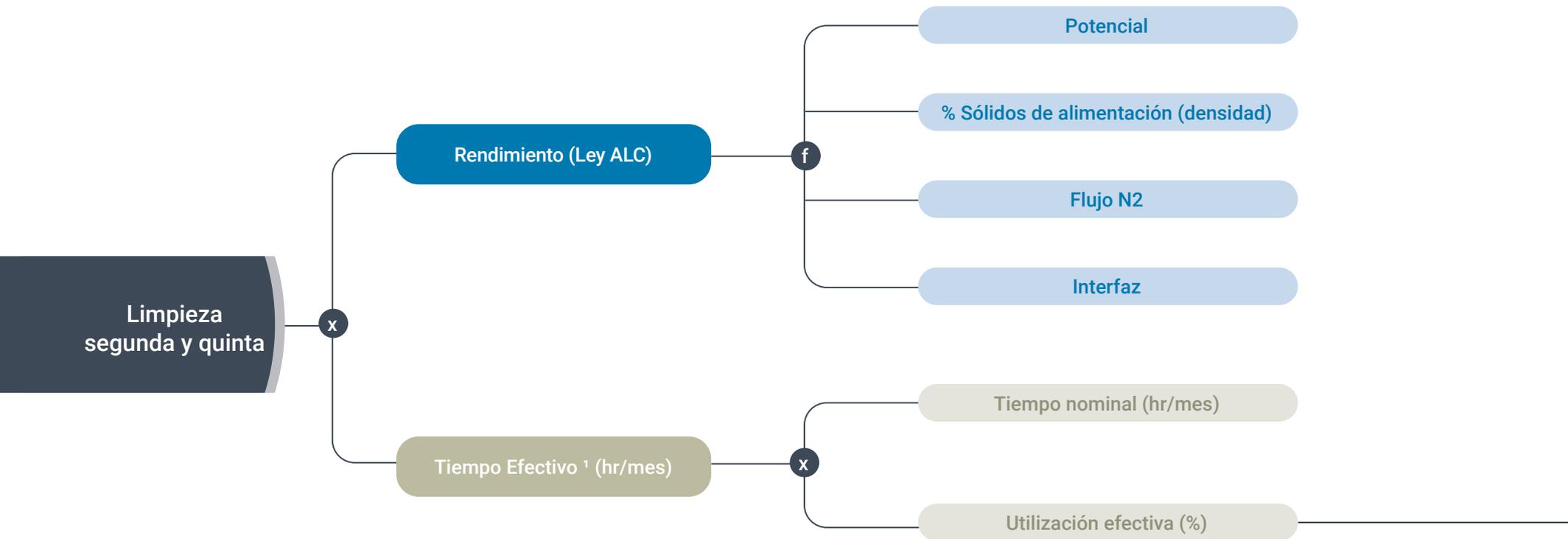


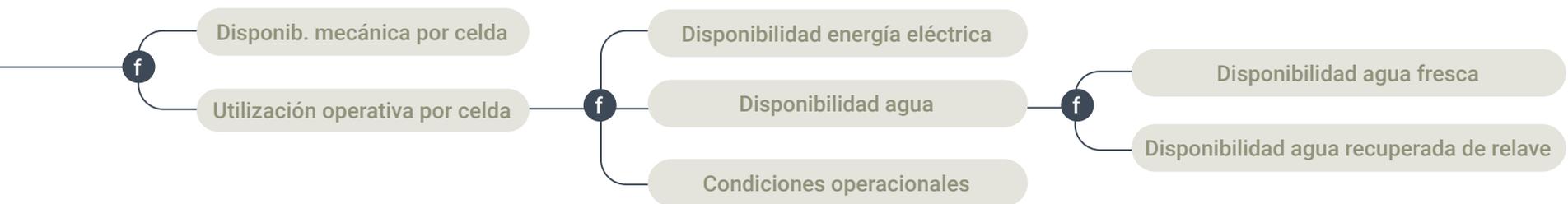
## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno



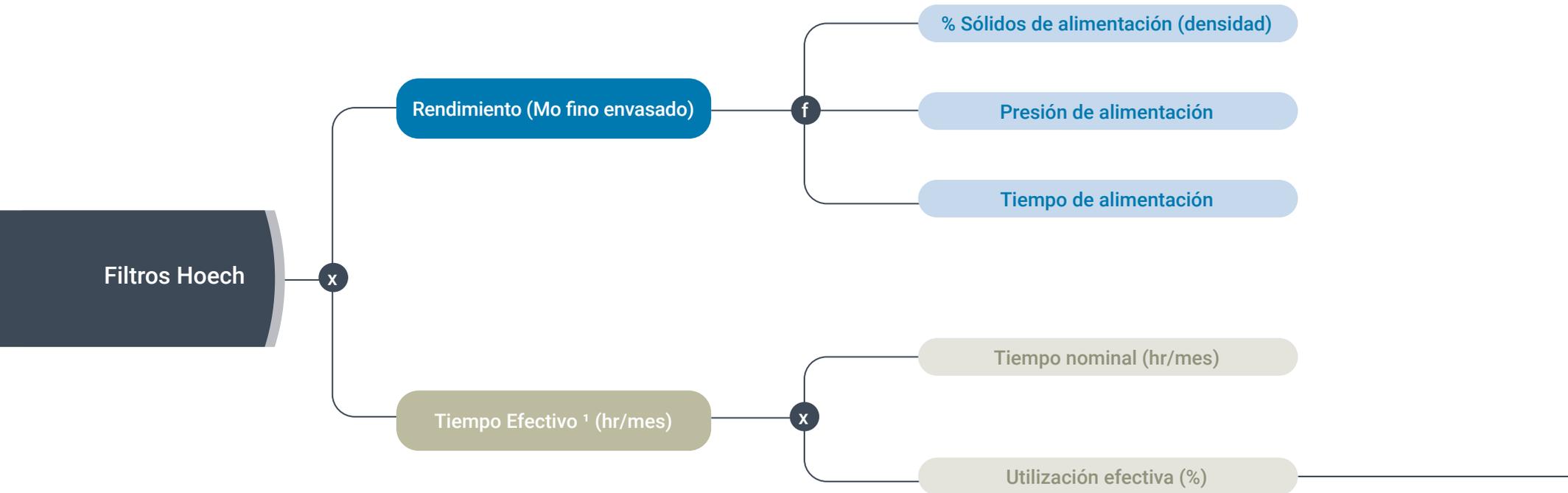


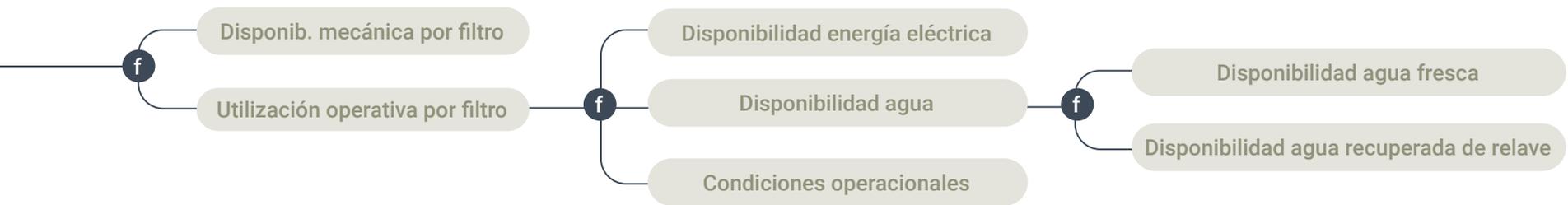
## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno



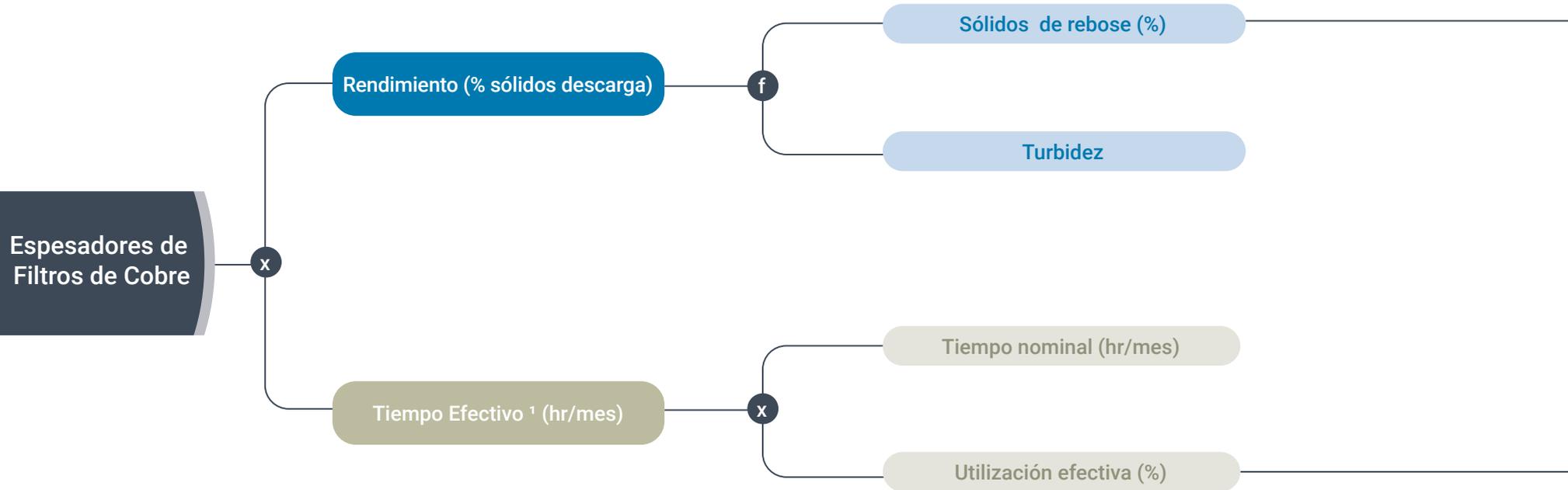


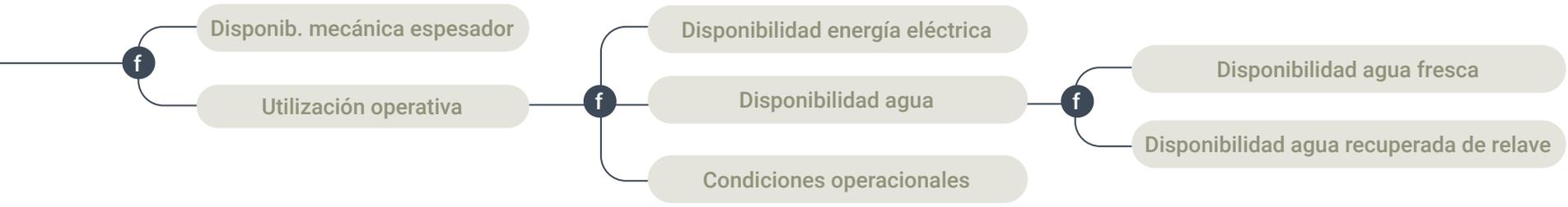
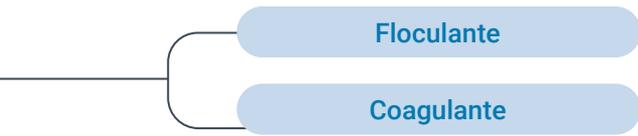
## ÁRBOL KPI – Planta molibdeno



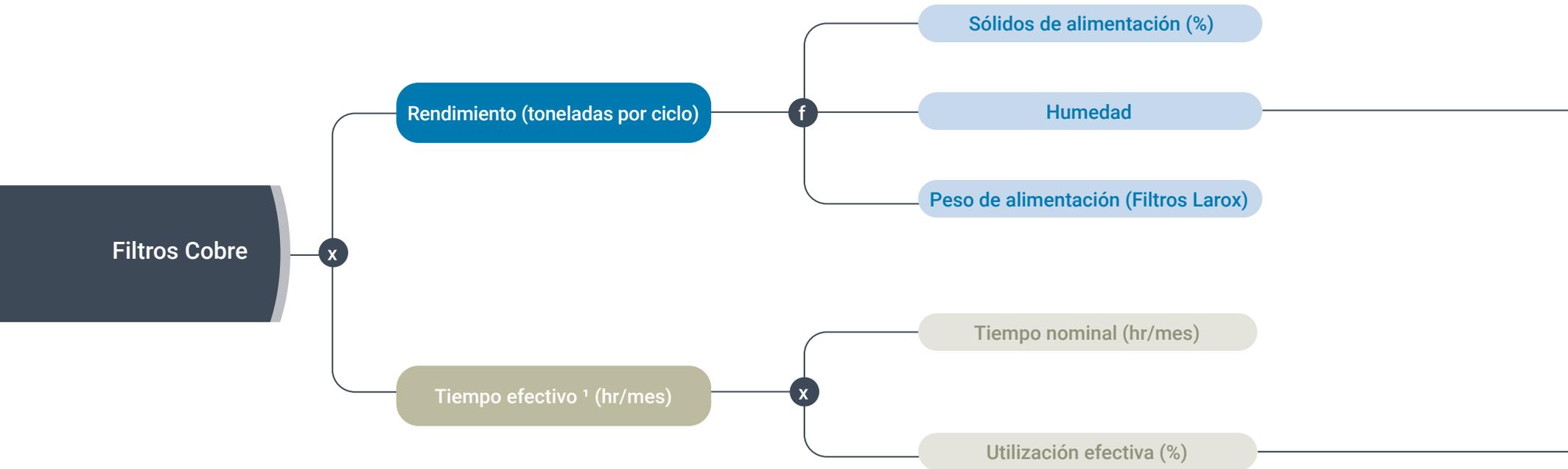


## ÁRBOL KPI – Planta filtro



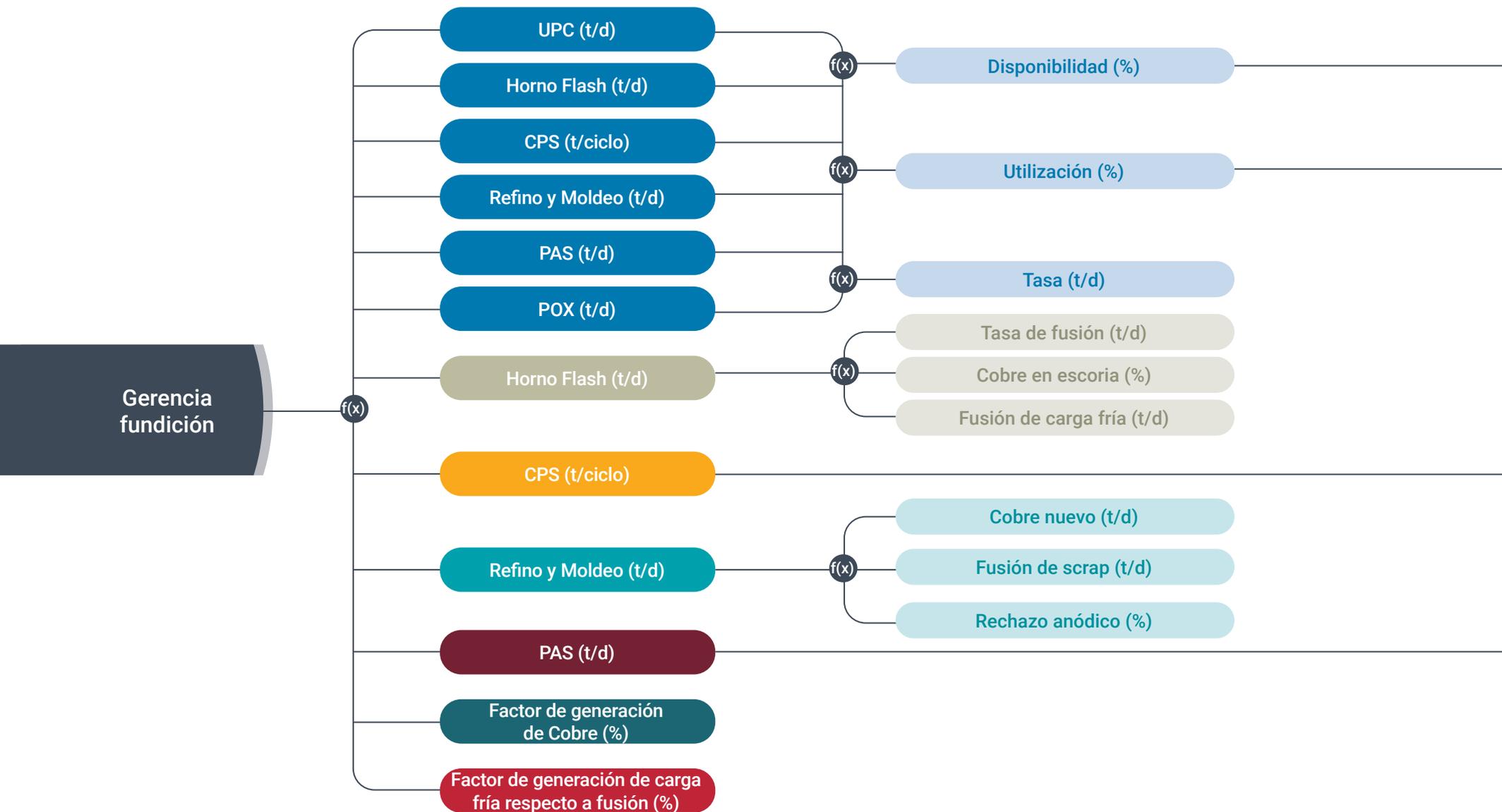


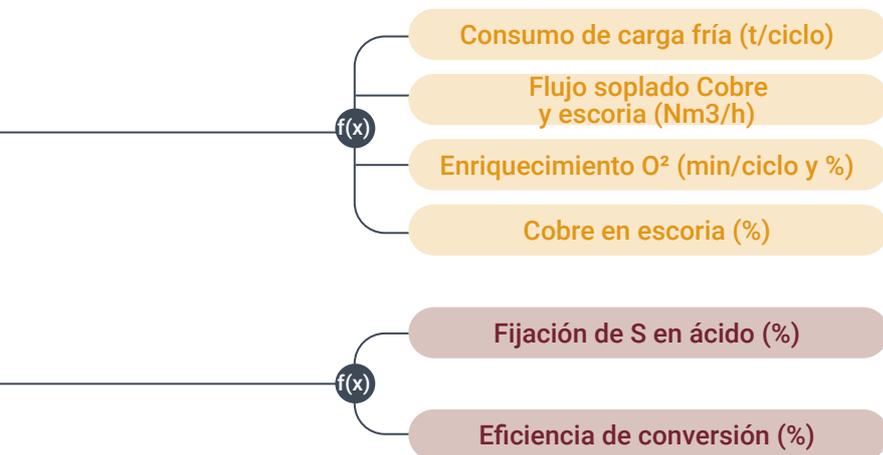
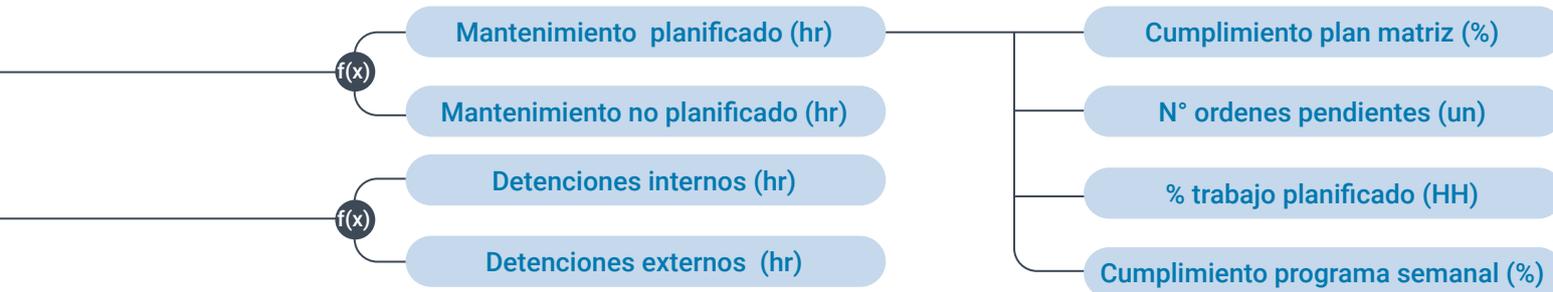
## ÁRBOL KPI – Planta filtro



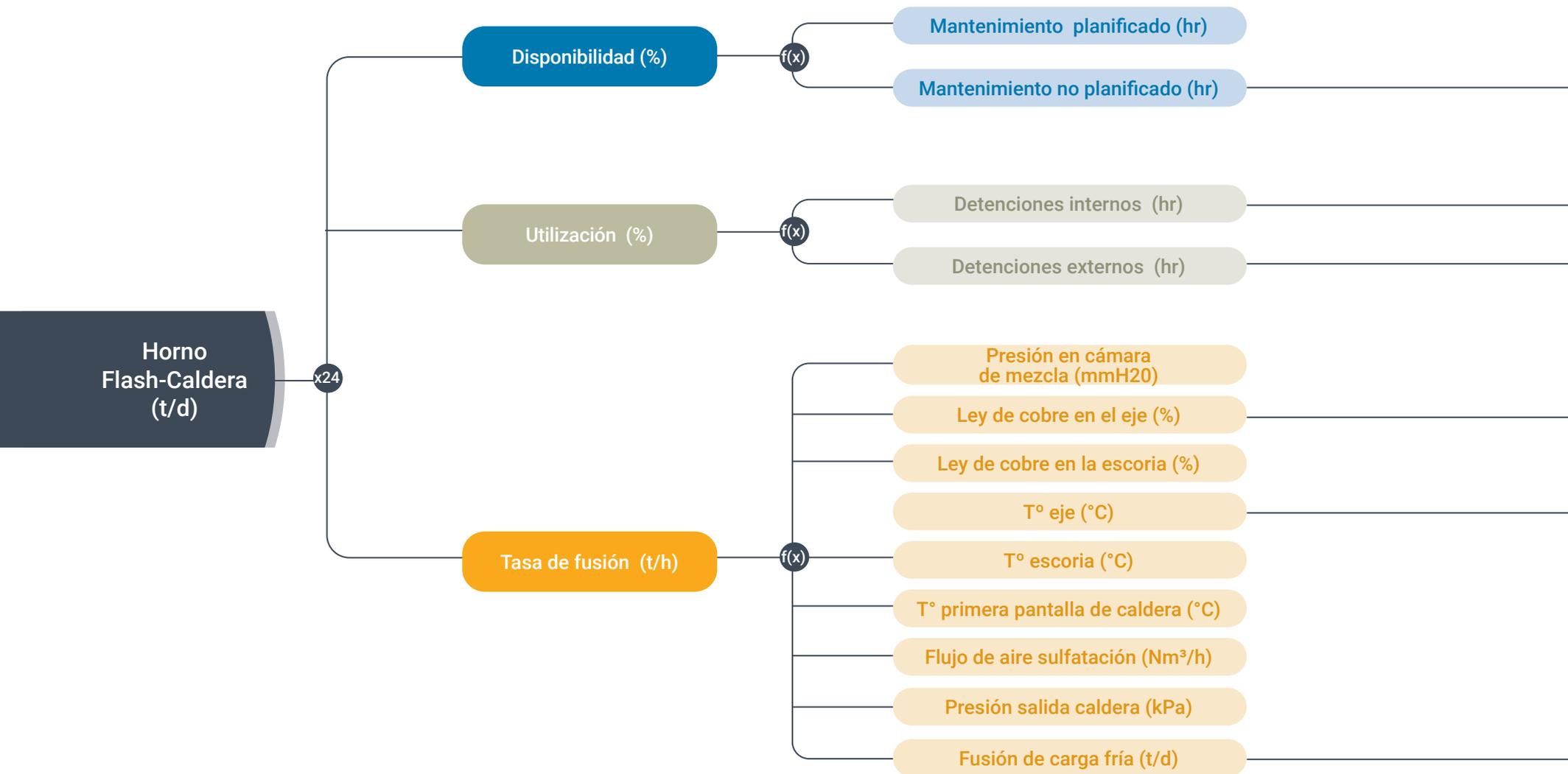


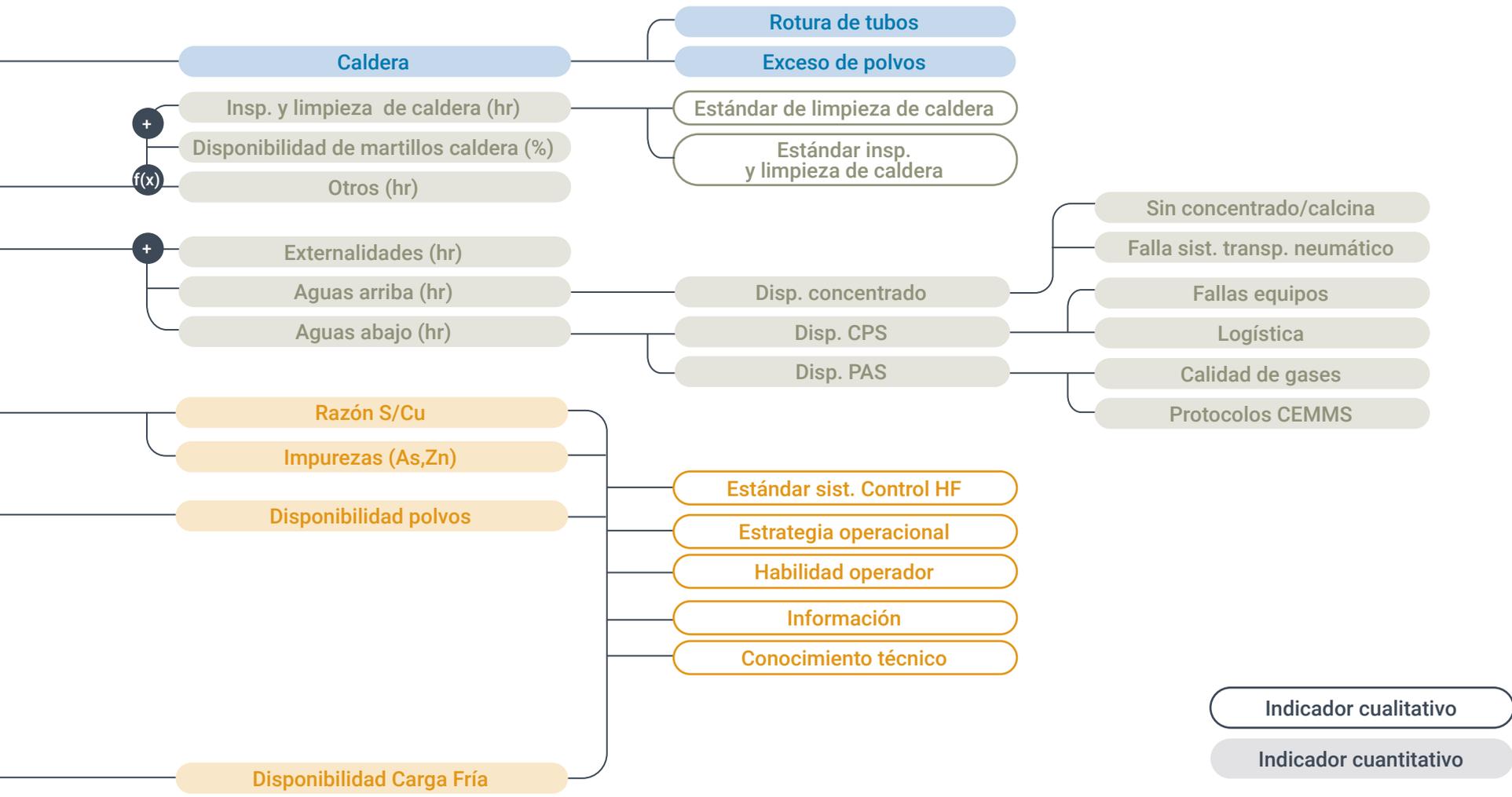
## ÁRBOL KPI – Gerencia fundición



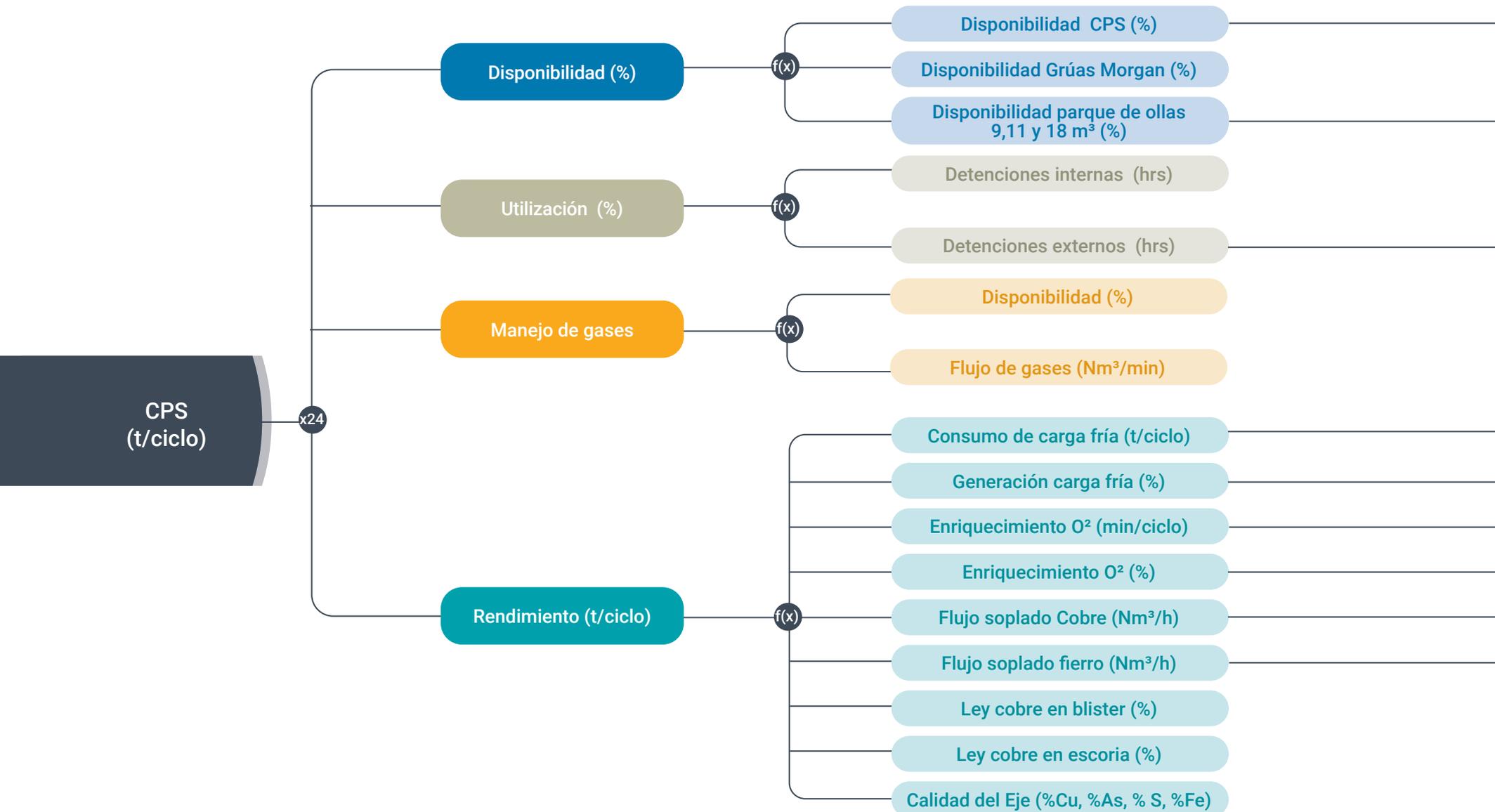


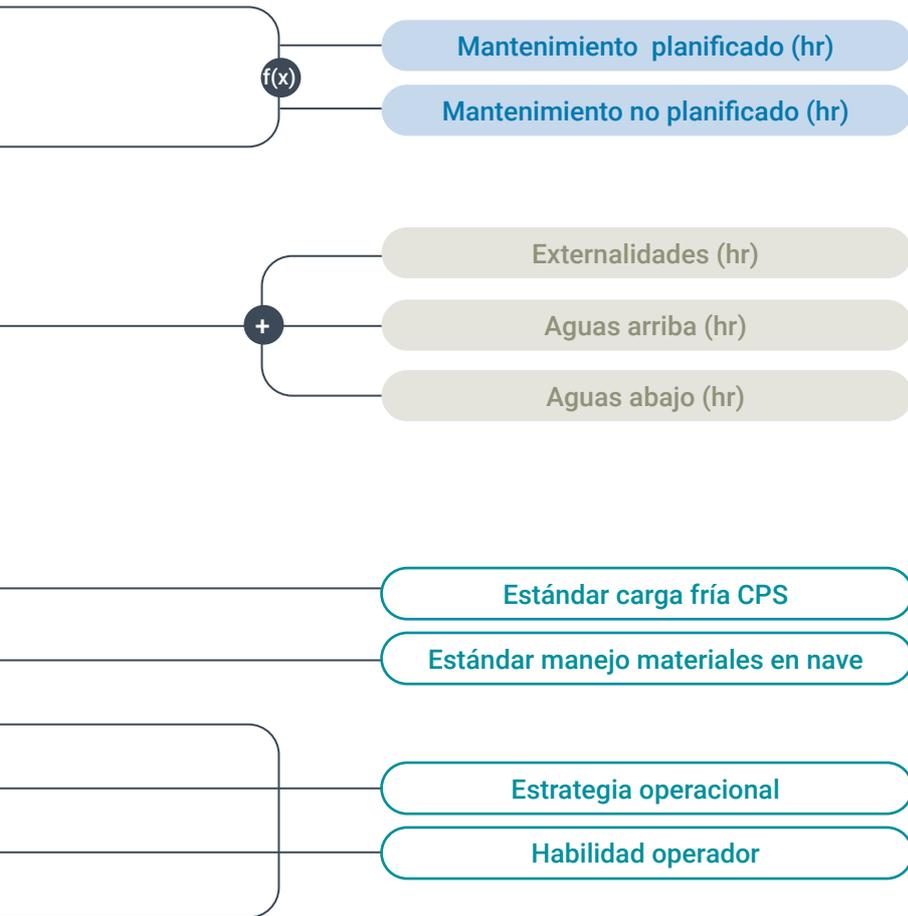
## ÁRBOL KPI – Horno Flash-Caldera





## ÁRBOL KPI – Convertidores Peirce-Smith (CPS)

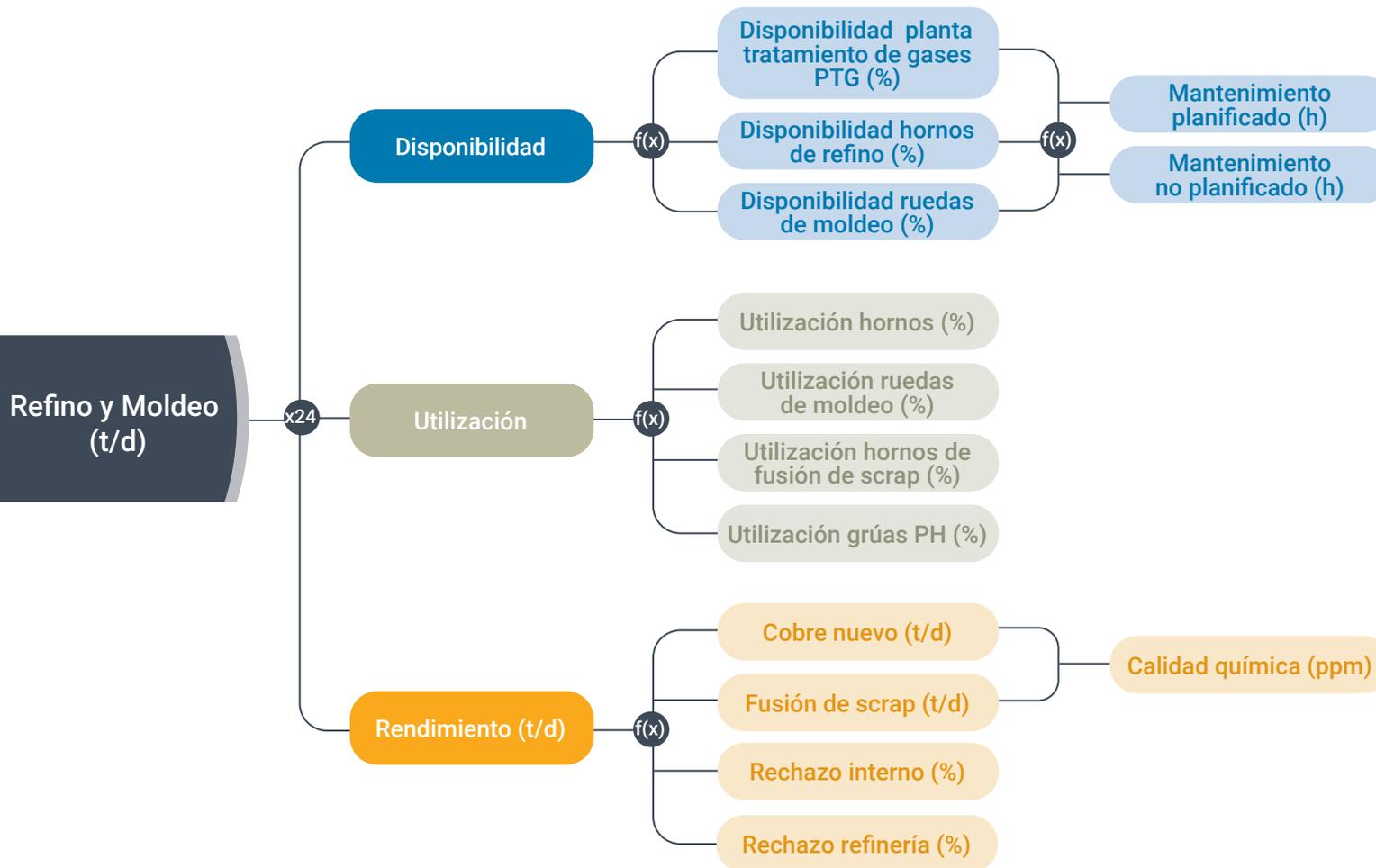




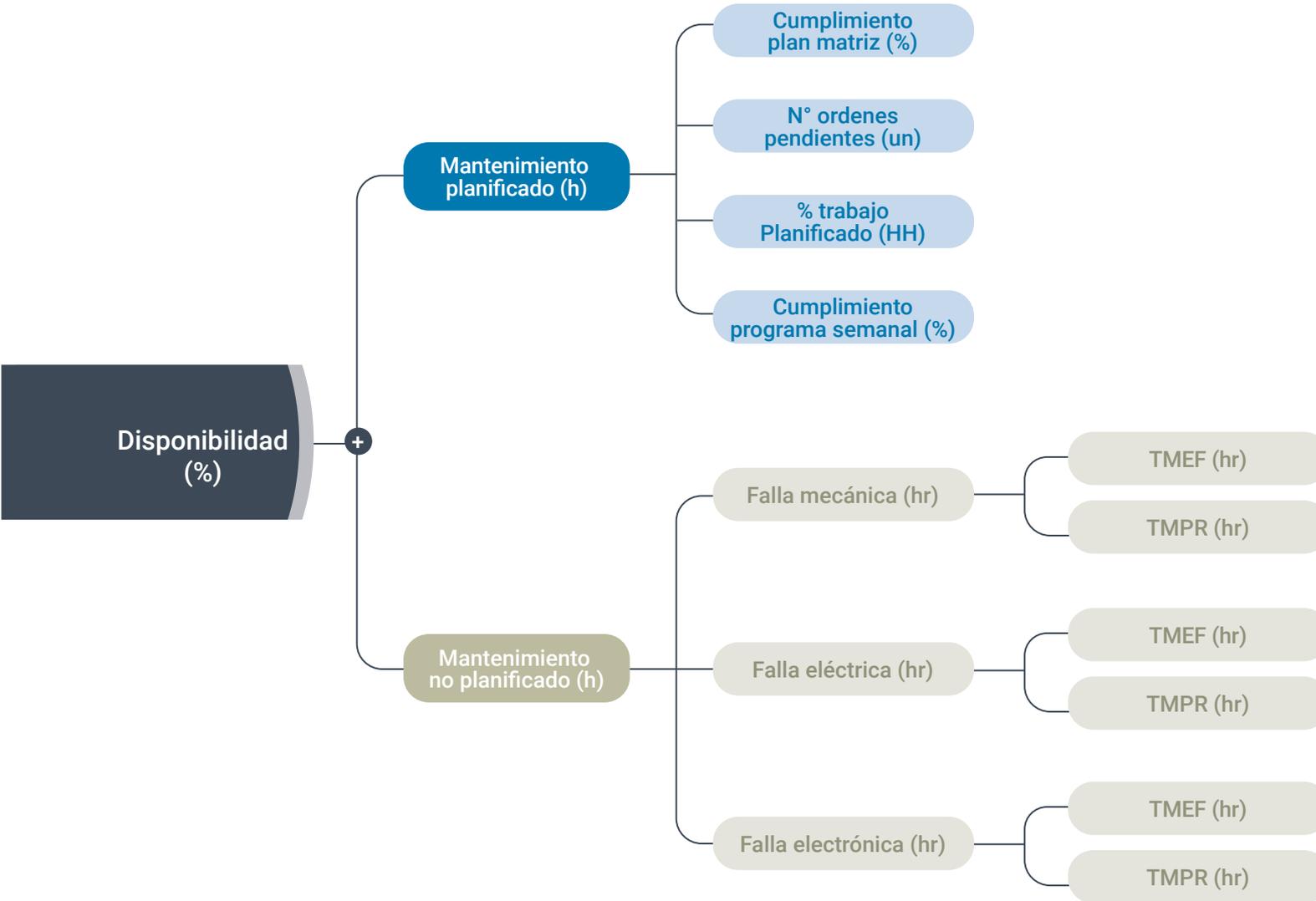
Indicador cuantitativo

Indicador cualitativo

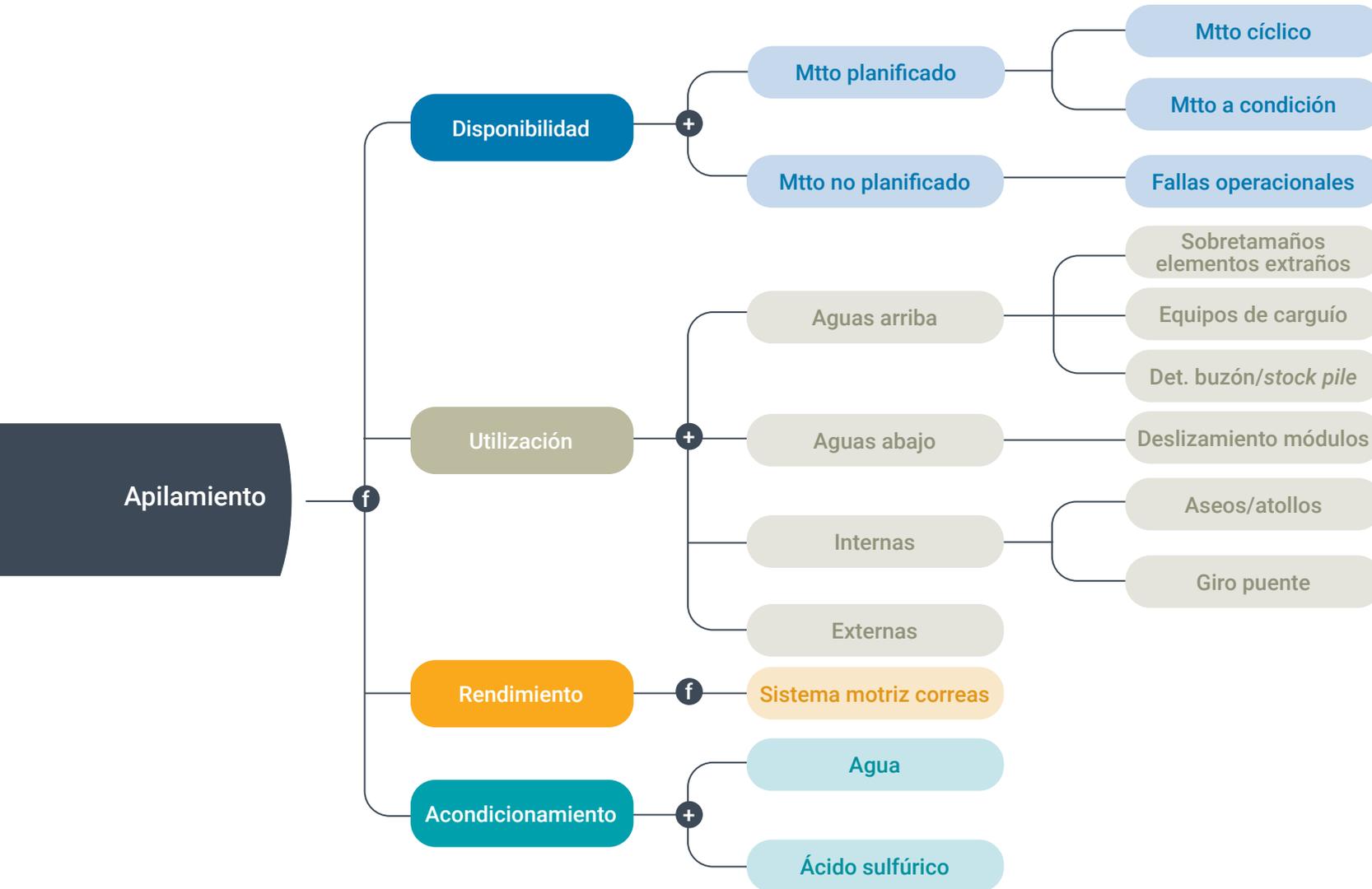
## ÁRBOL KPI – Refino y Moldeo



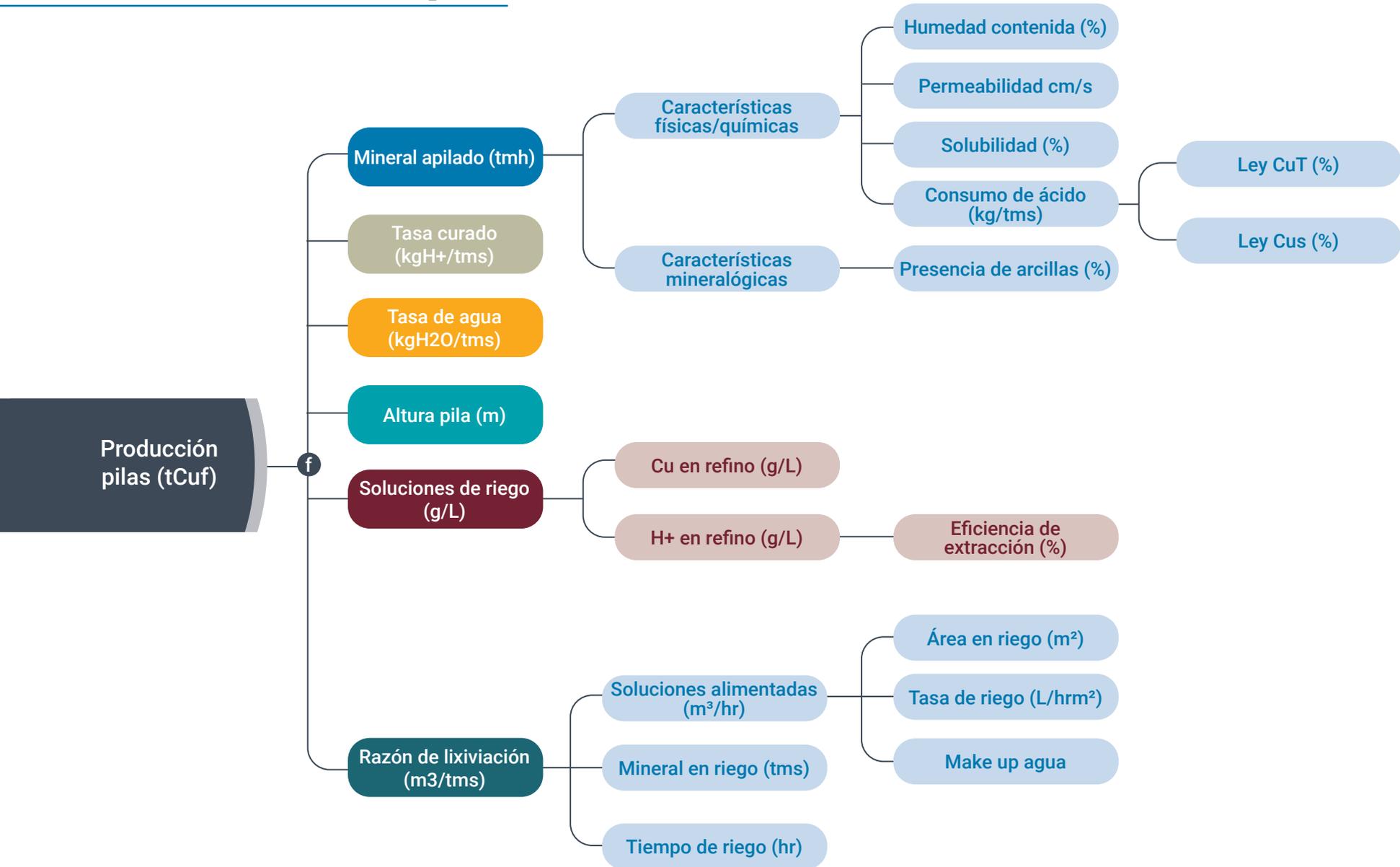
## ÁRBOL KPI – Mantenimiento FURE



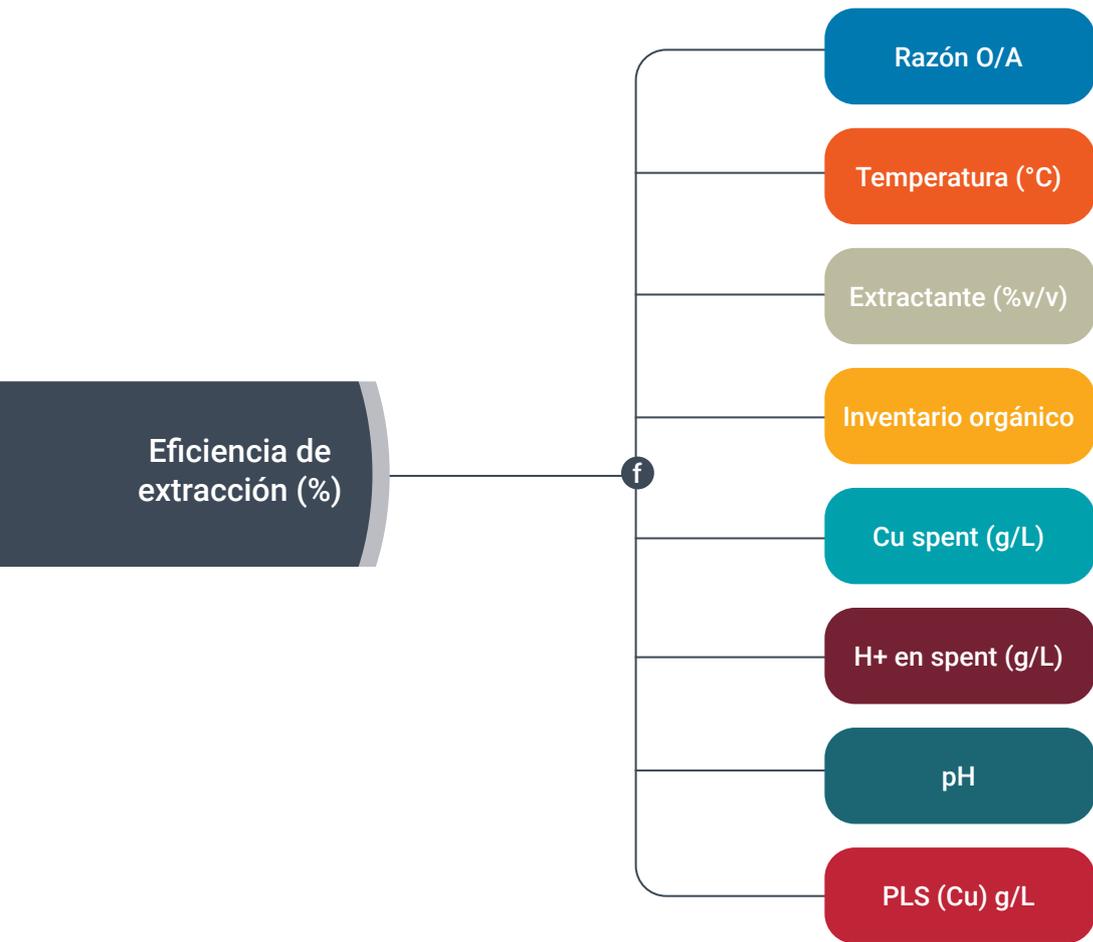
## ÁRBOL KPI – APILAMIENTO gERENCIA DE EXTRACCIÓN Y LIXIVIACIÓN



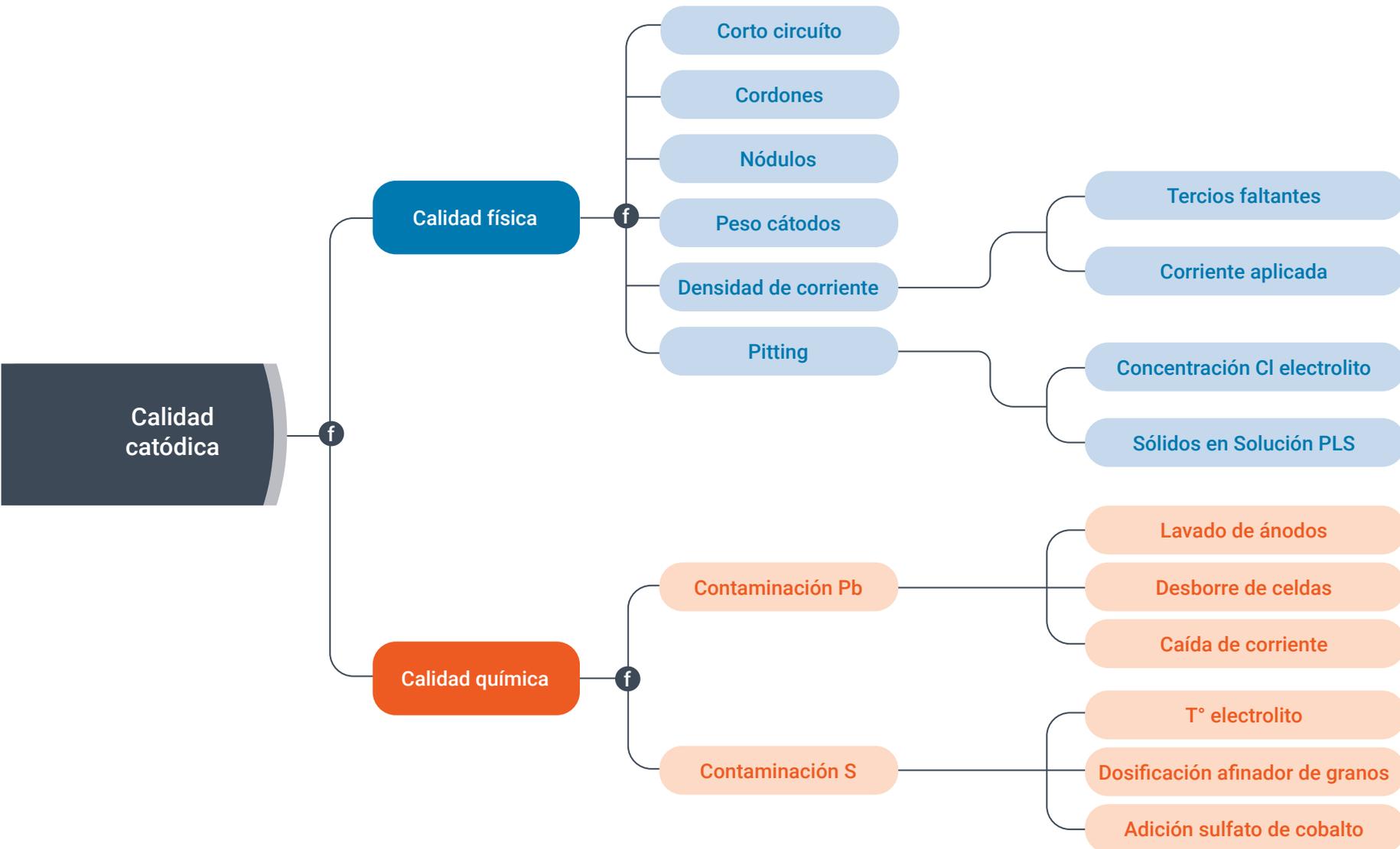
## ÁRBOL KPI – Producción pilas



## ÁRBOL KPI – Extracción por solventes



## ÁRBOL KPI – Electro obtención

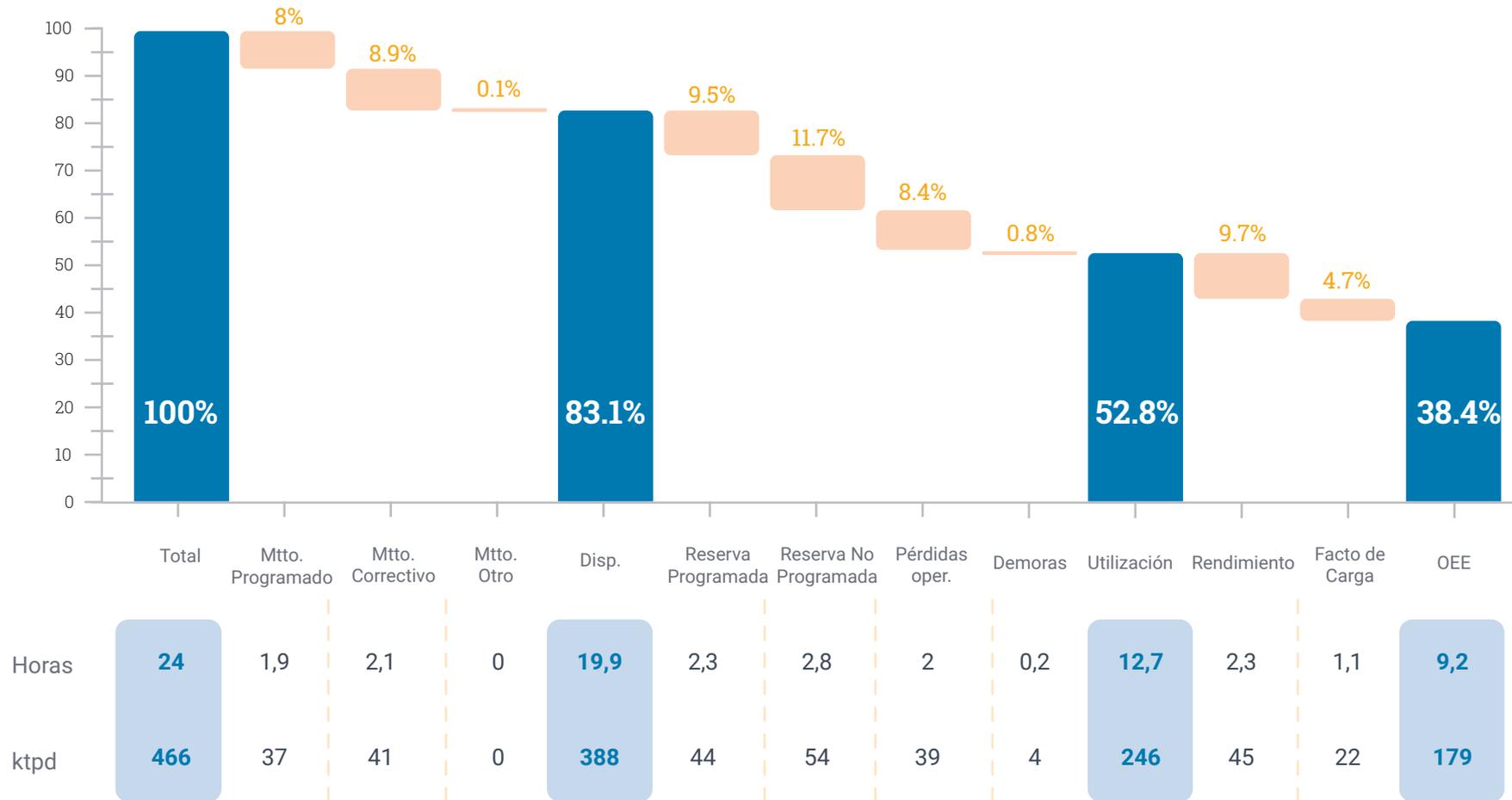




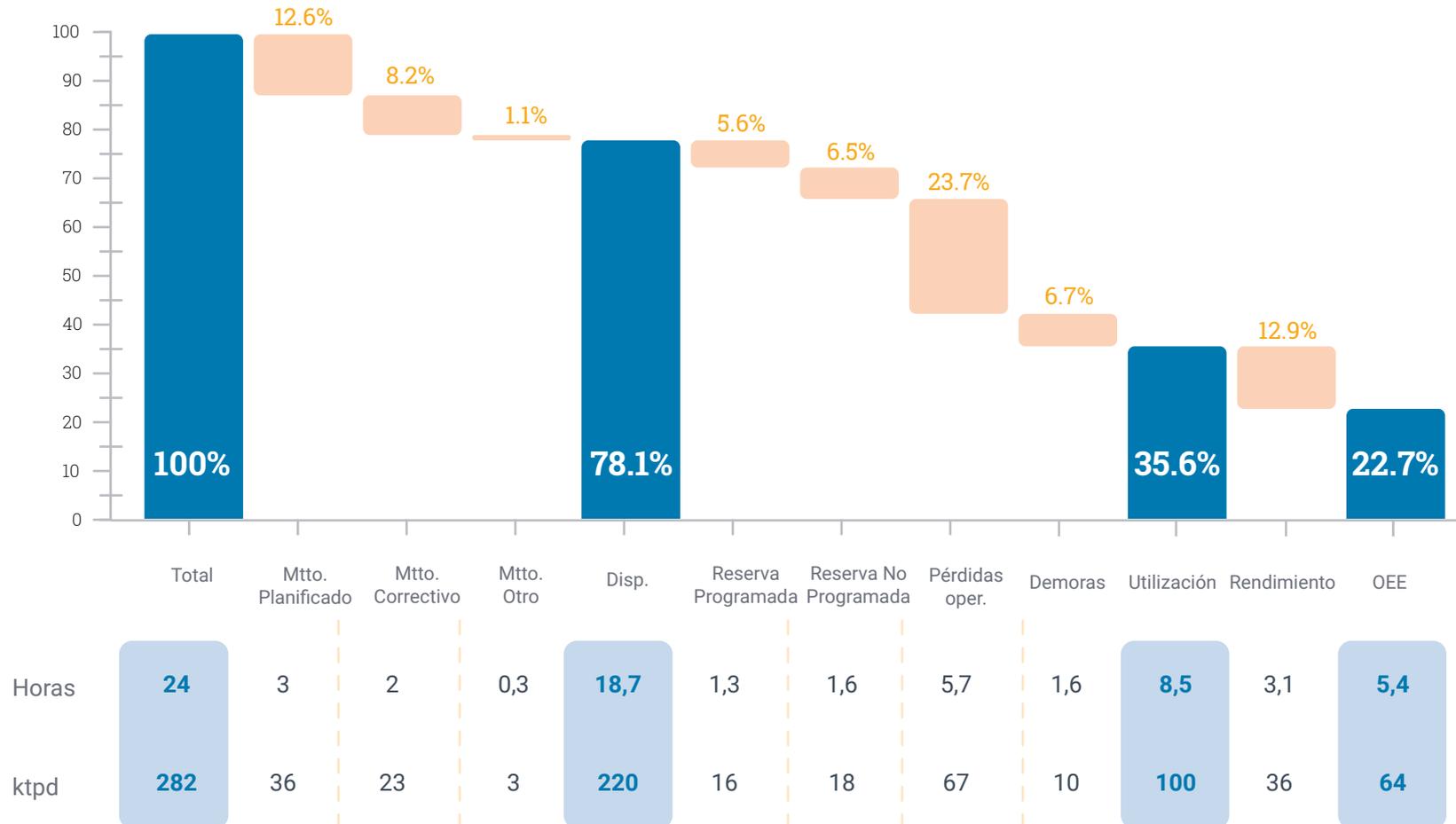
# Análisis equipos

División Chuquicamata

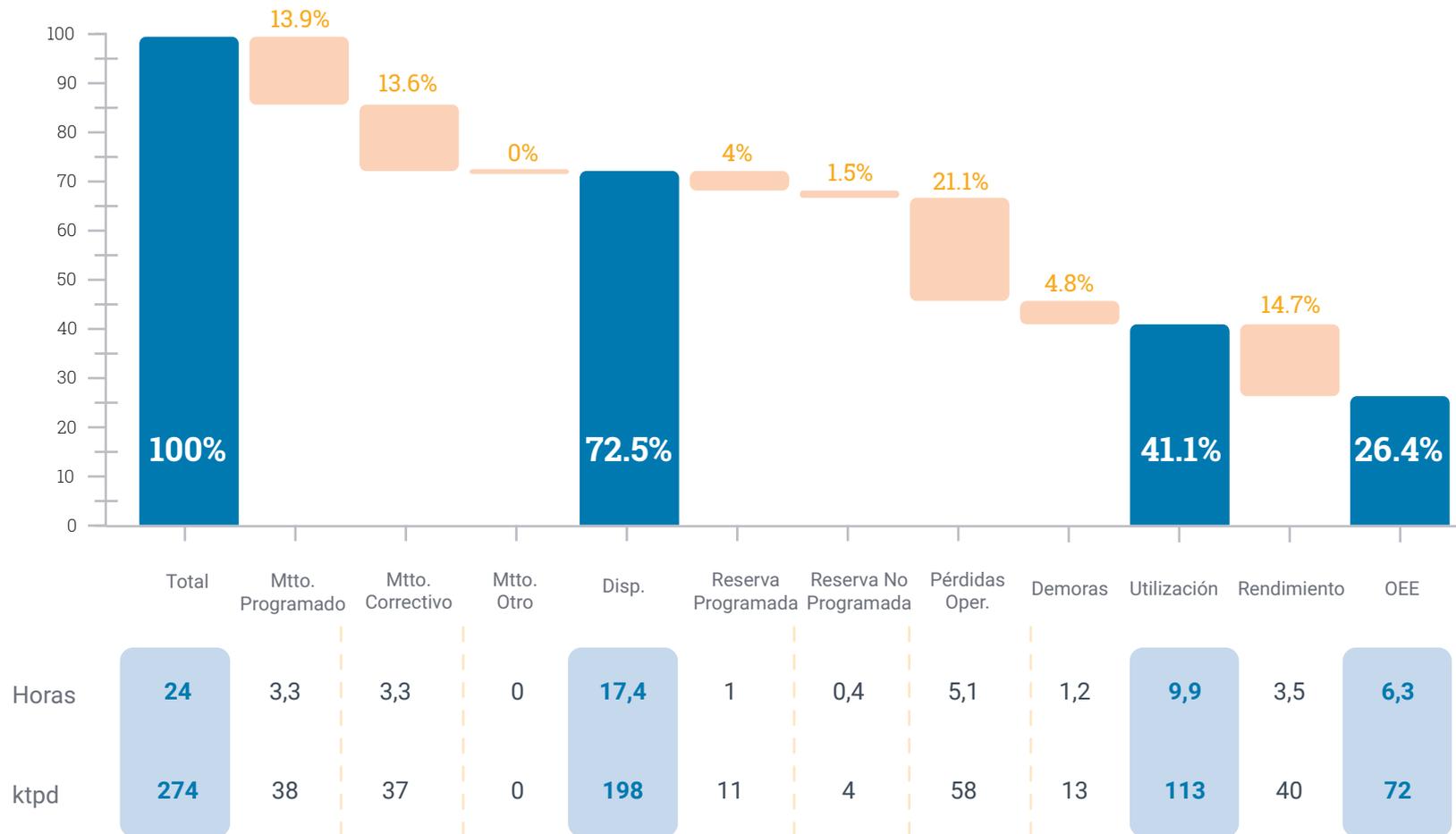
## ANÁLISIS OEE – CAEX – julio 2020 - diciembre 2020



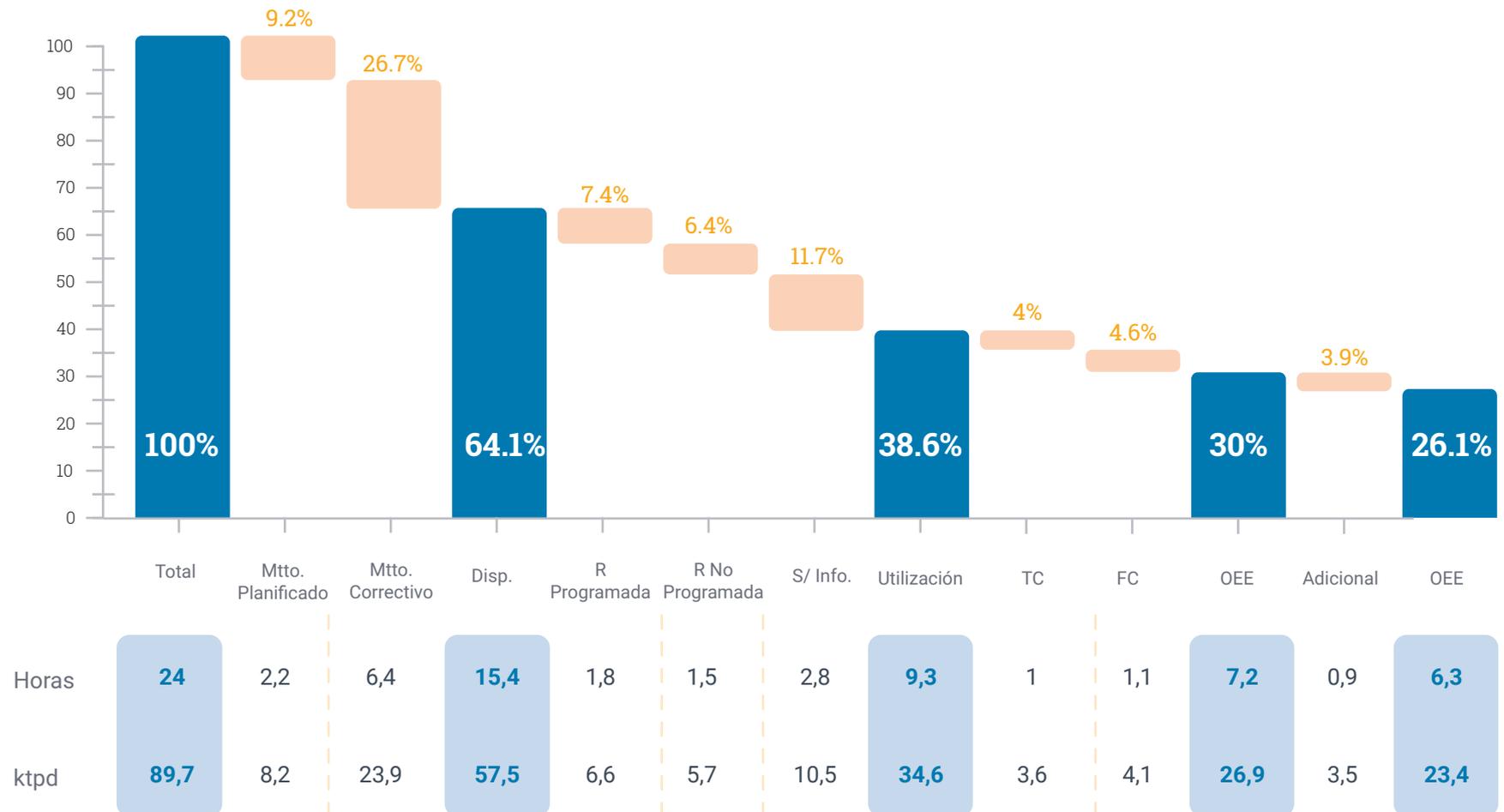
## ANÁLISIS OEE – Palas eléctricas – julio 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE – Palas hidráulicas – julio 2020 - diciembre 2020



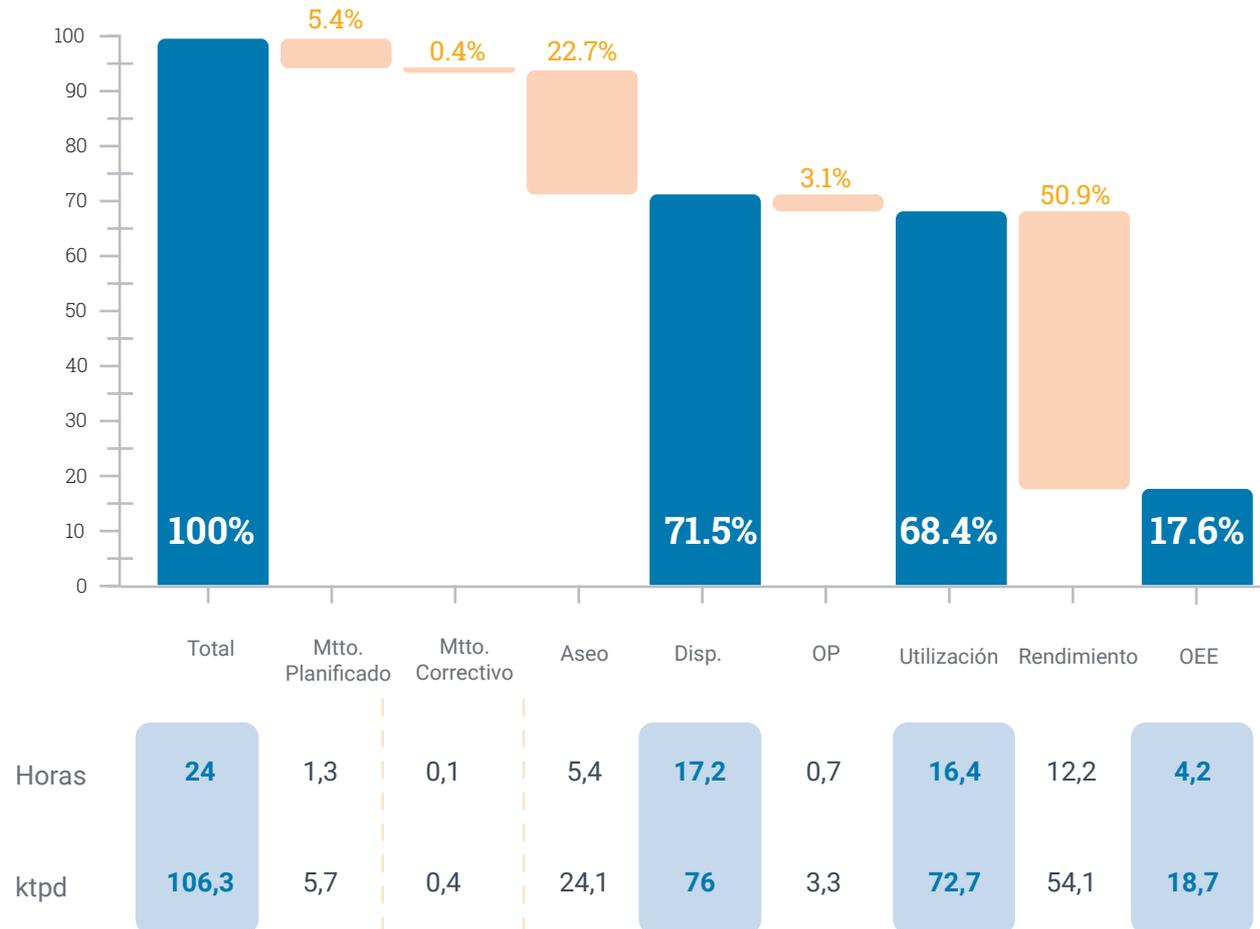
## ANÁLISIS OEE – LHD – julio 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE MTSC – 1 Y 2 – enero 2020 - diciembre 2020



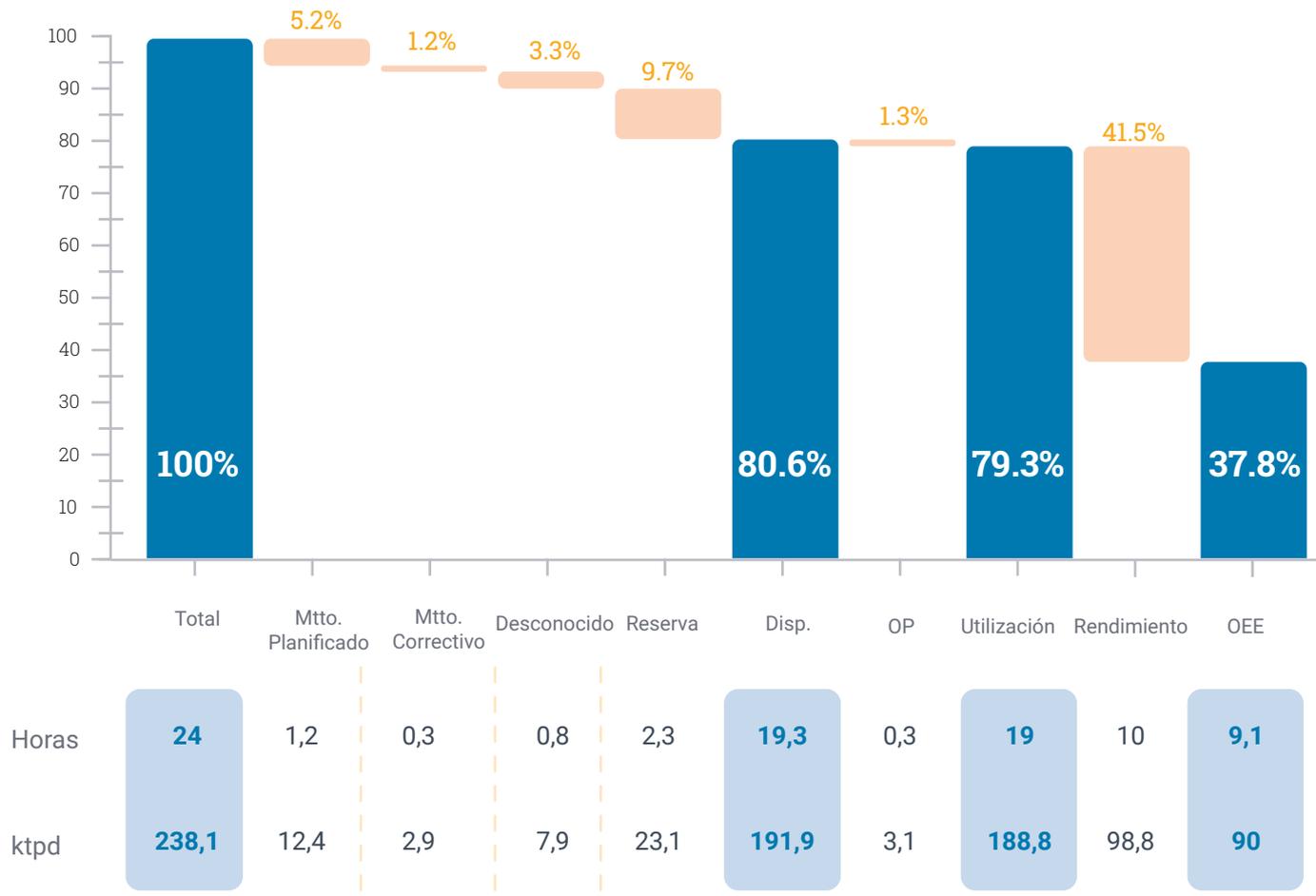
## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN – F3 (CT02)



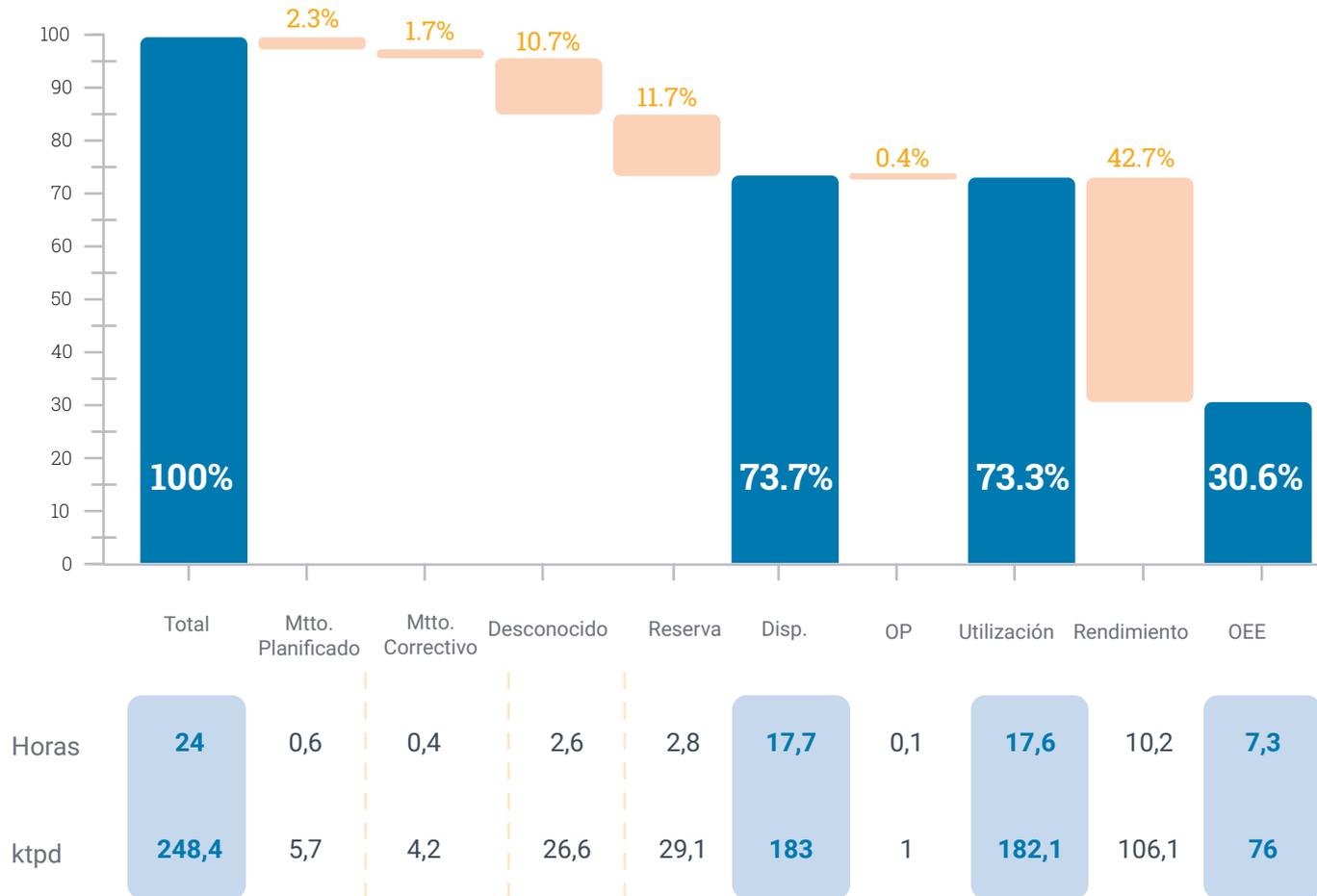
## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN – RT (CT007 y CT008)



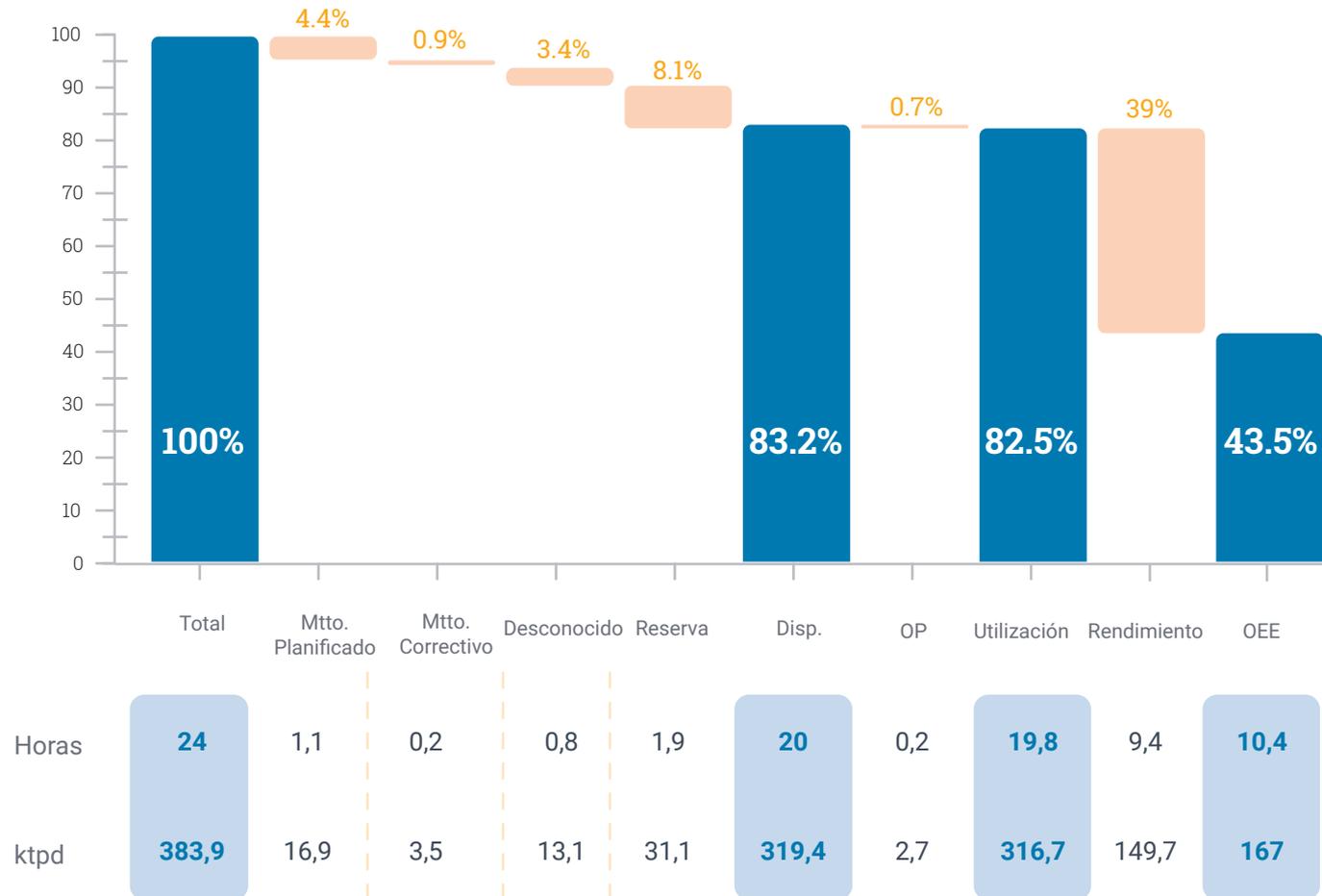
## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN – Pila A2(CT04A y CT06A)



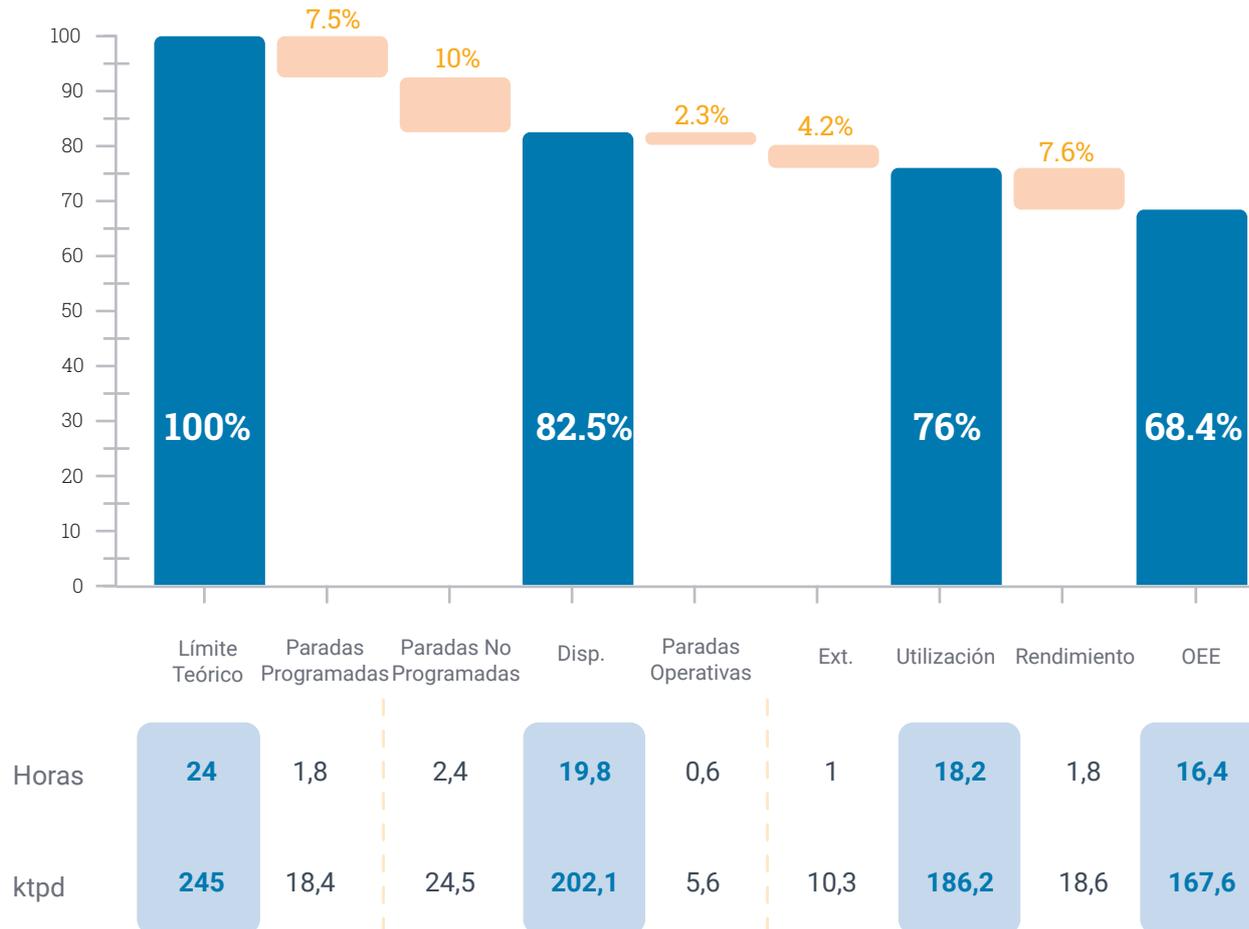
## ANÁLISIS OEE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN – Tolva gruesa (RT CT22CV2 y CT01)



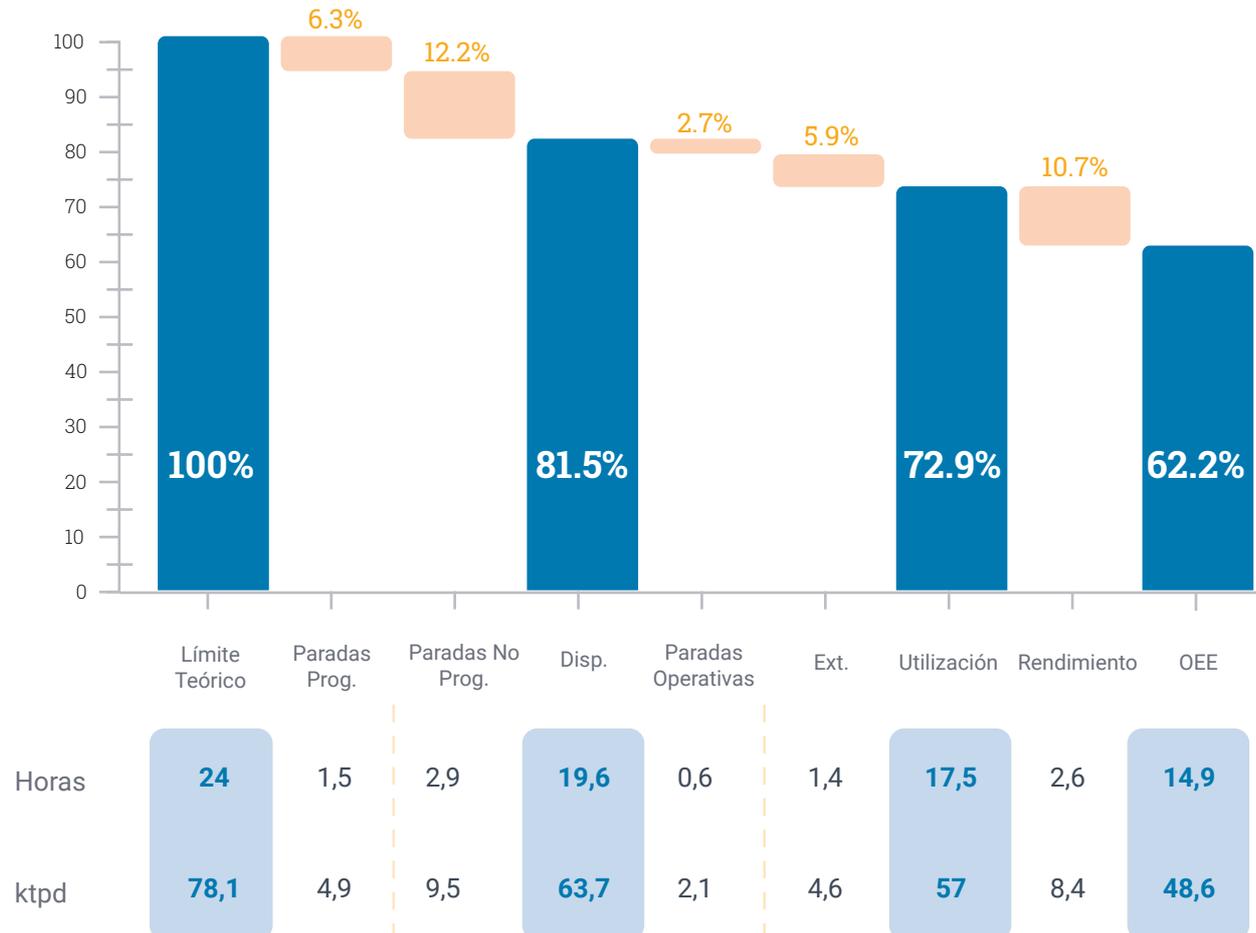
## ANÁLISIS OEE CORREAS CRÍTICAS – (22CV2, CT01 y CT04A)



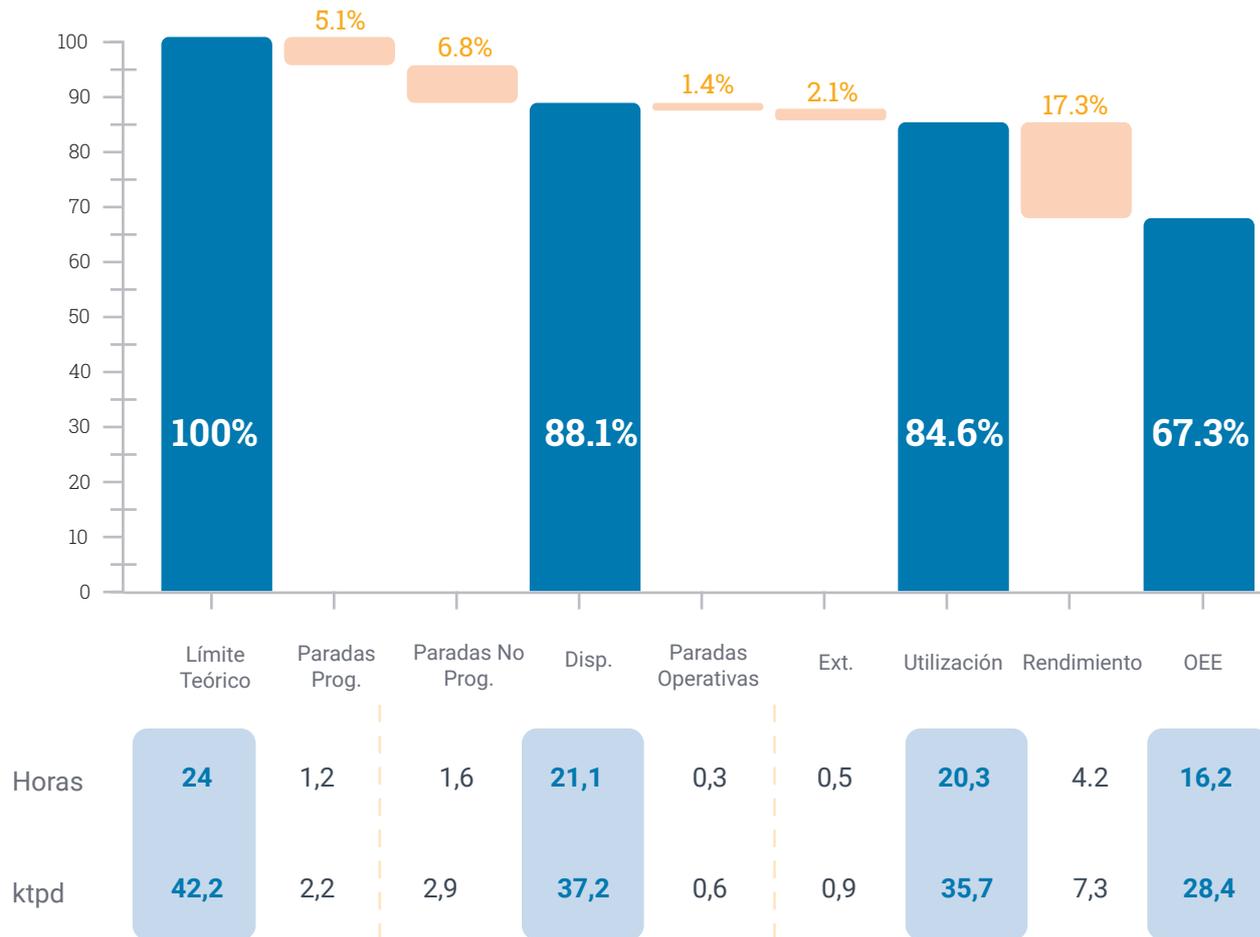
## ANÁLISIS OEE PLANTA MOLIENDA



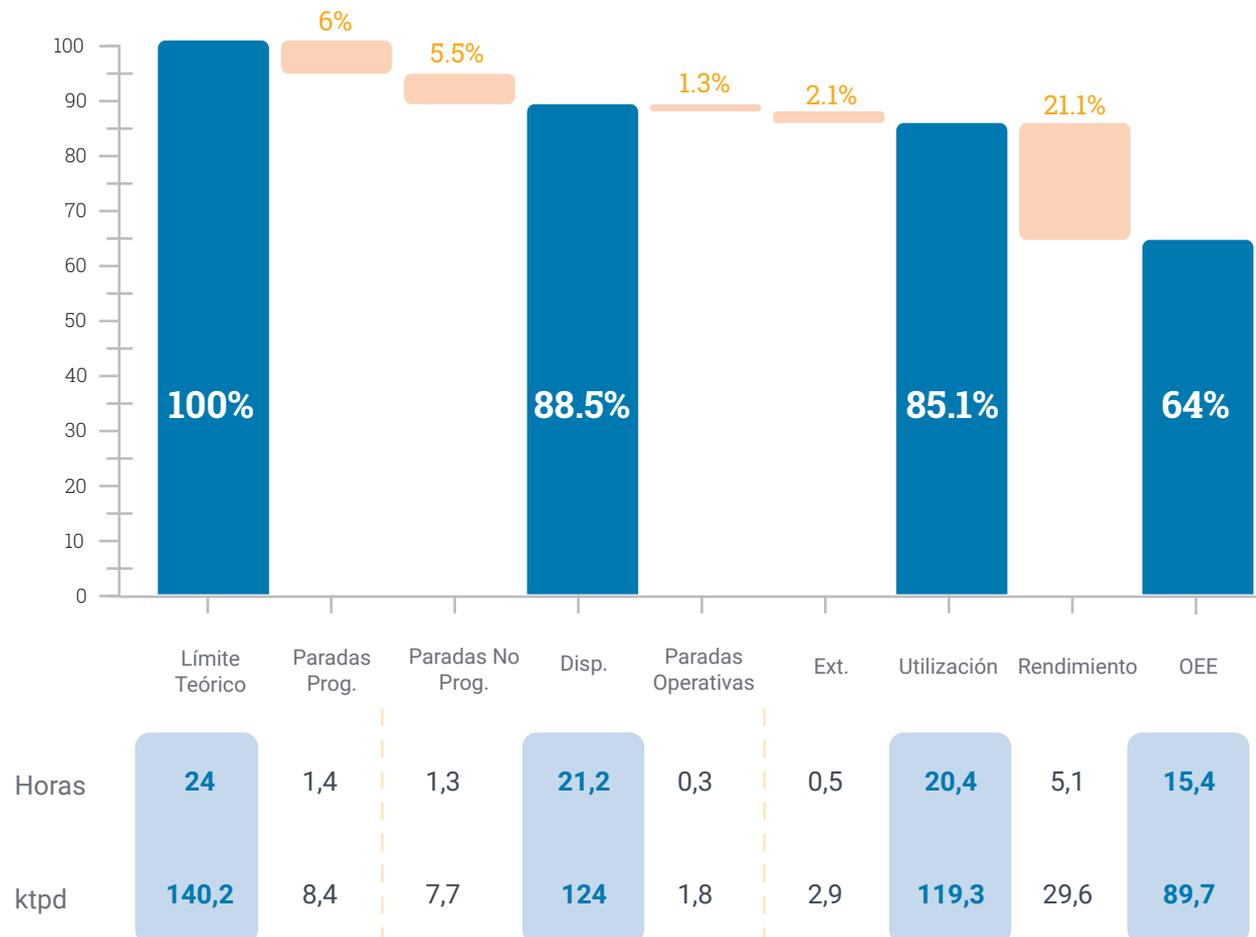
## ANÁLISIS OEE PLANTA AO



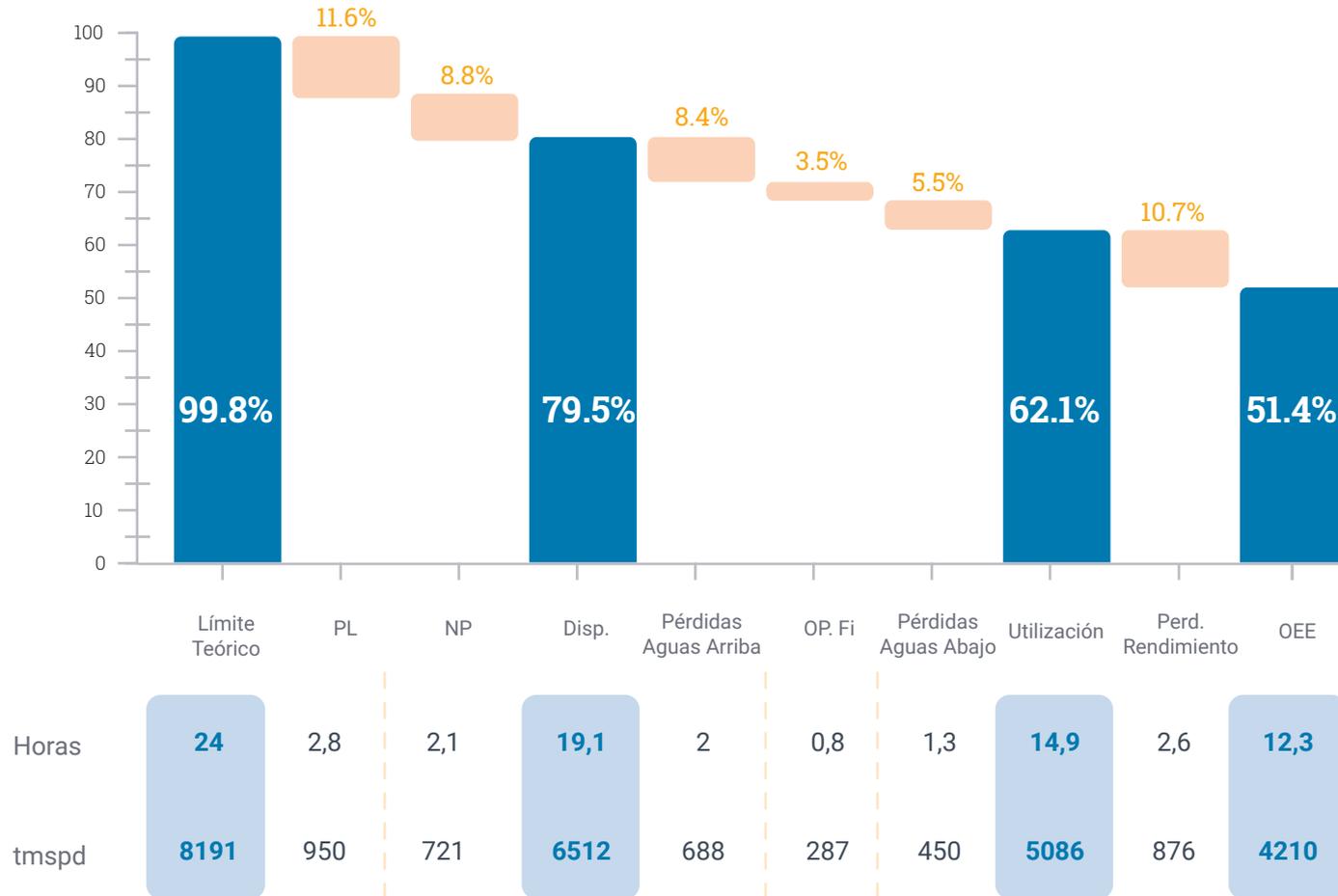
## ANÁLISIS OEE PLANTA A1



## ANÁLISIS OEE PLANTA A2



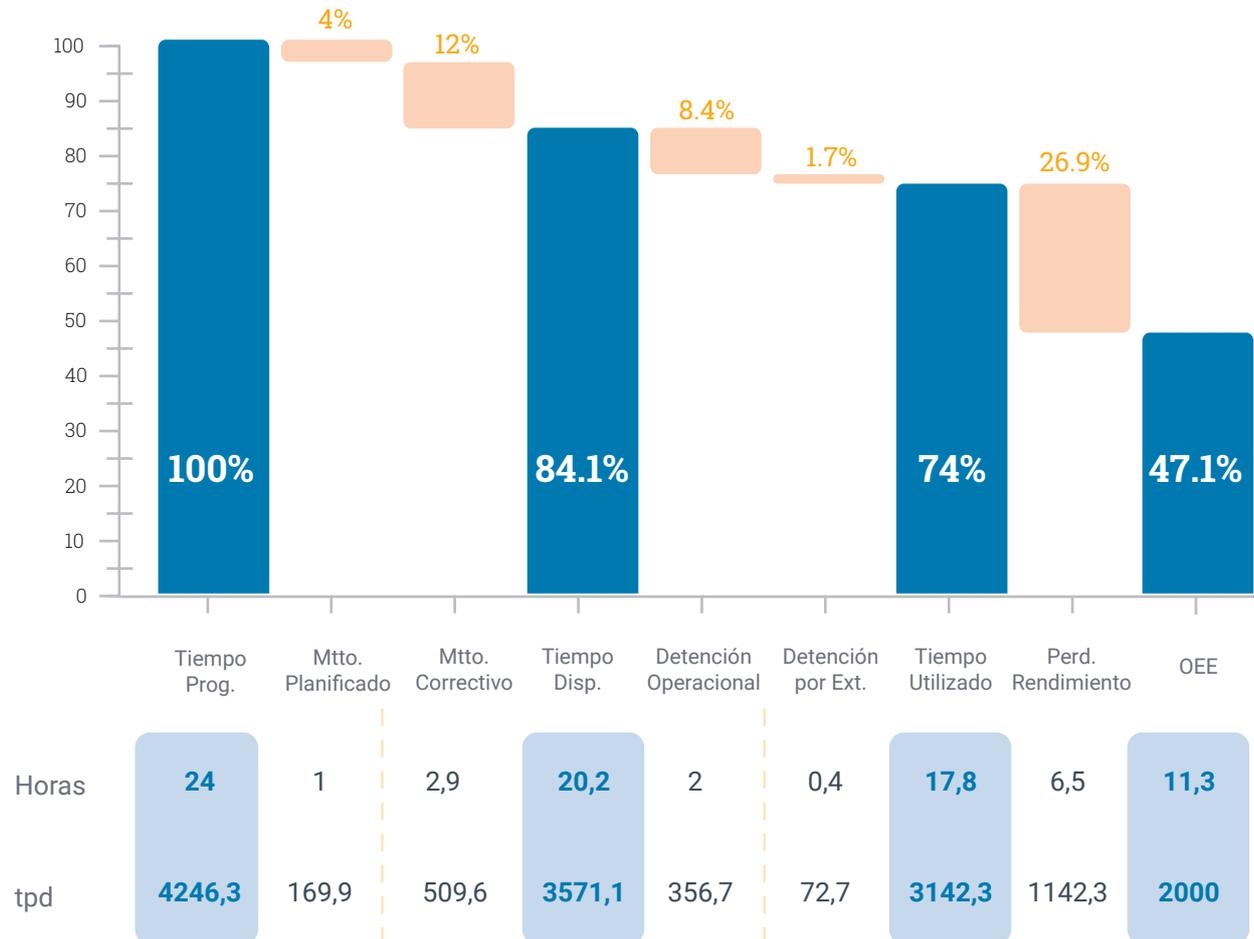
## ANÁLISIS OEE PLANTA DE FILTRO



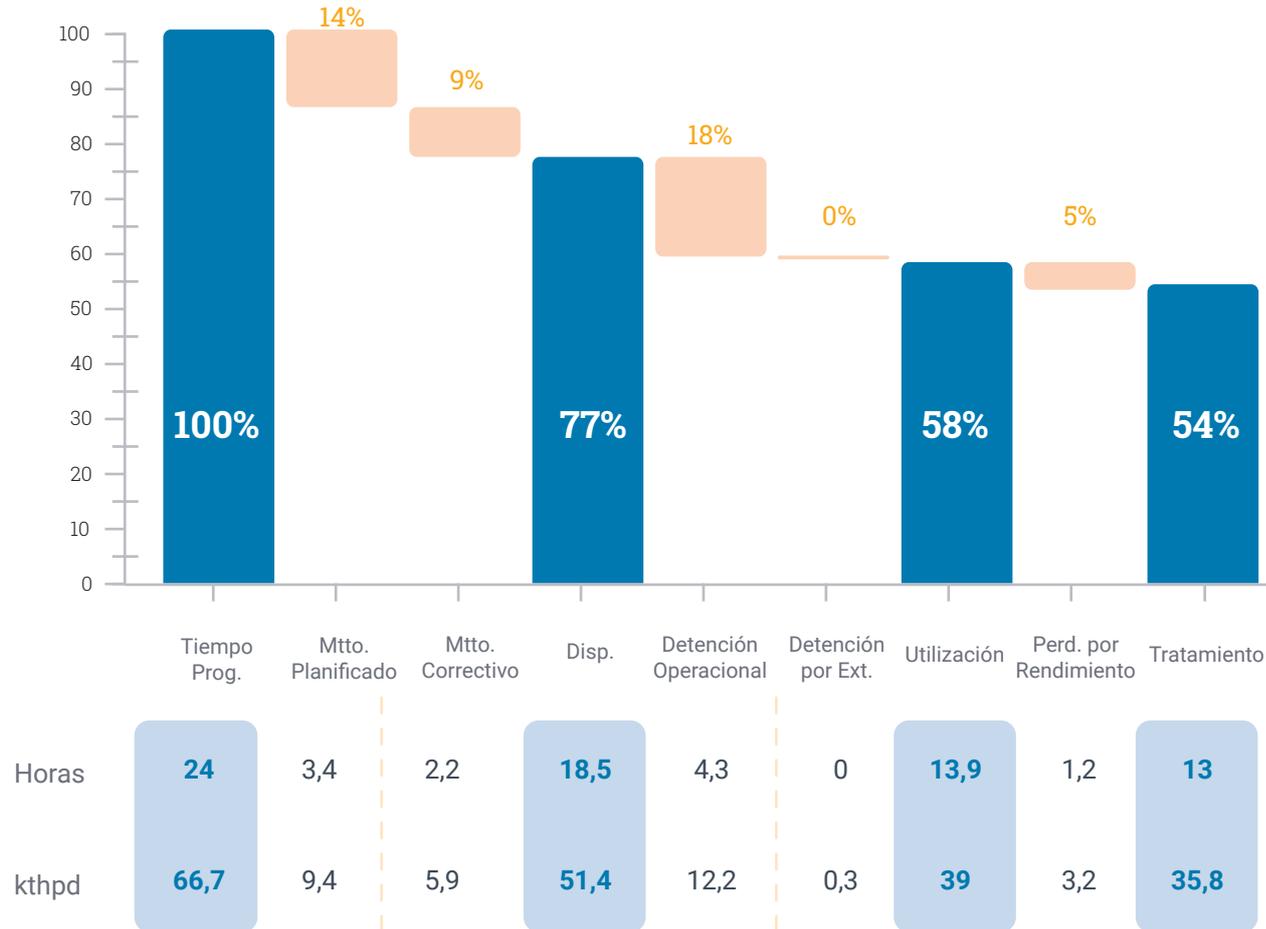
## ANÁLISIS OEE HORNO – Flash – enero 2020 - diciembre 2020

tpd

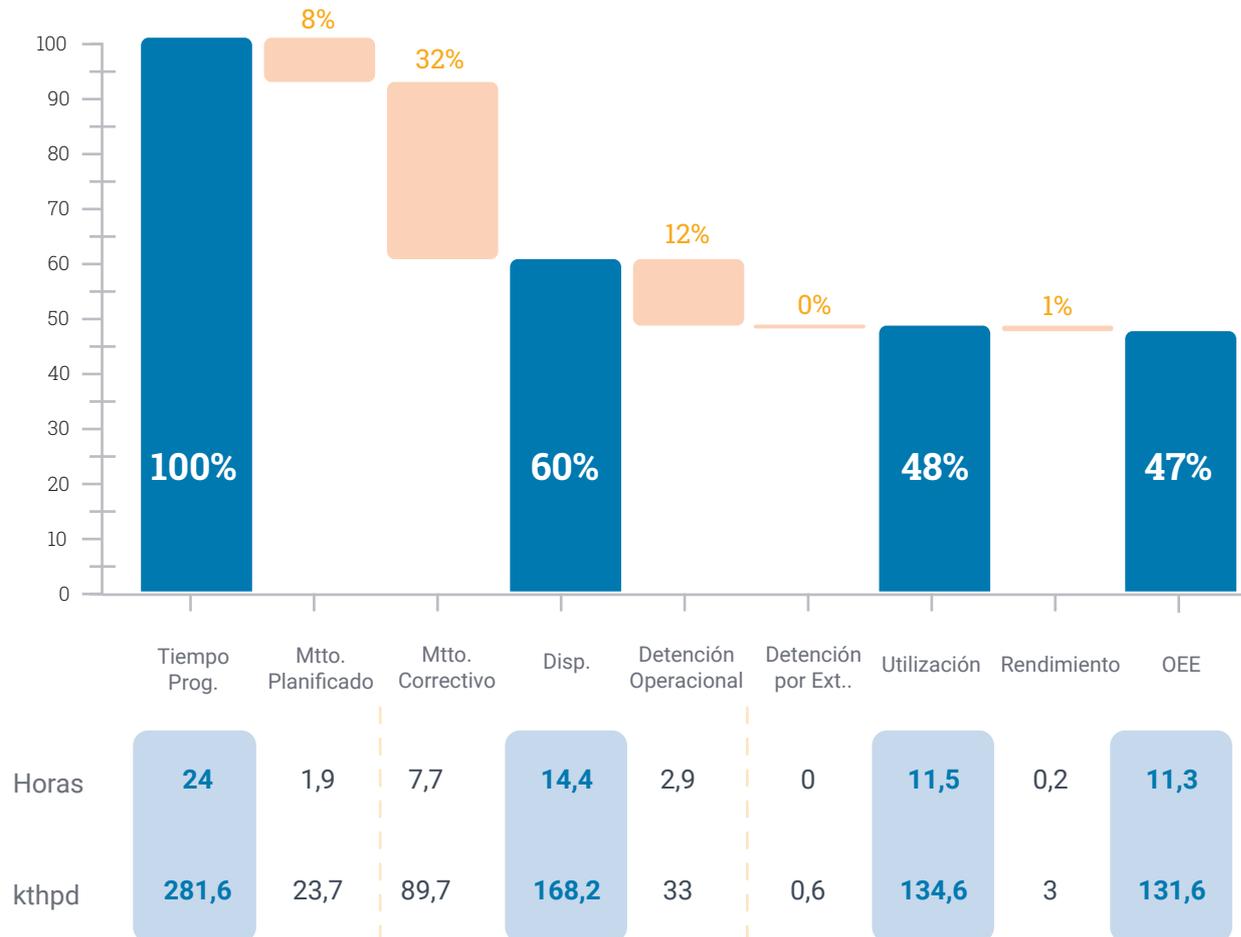
2000



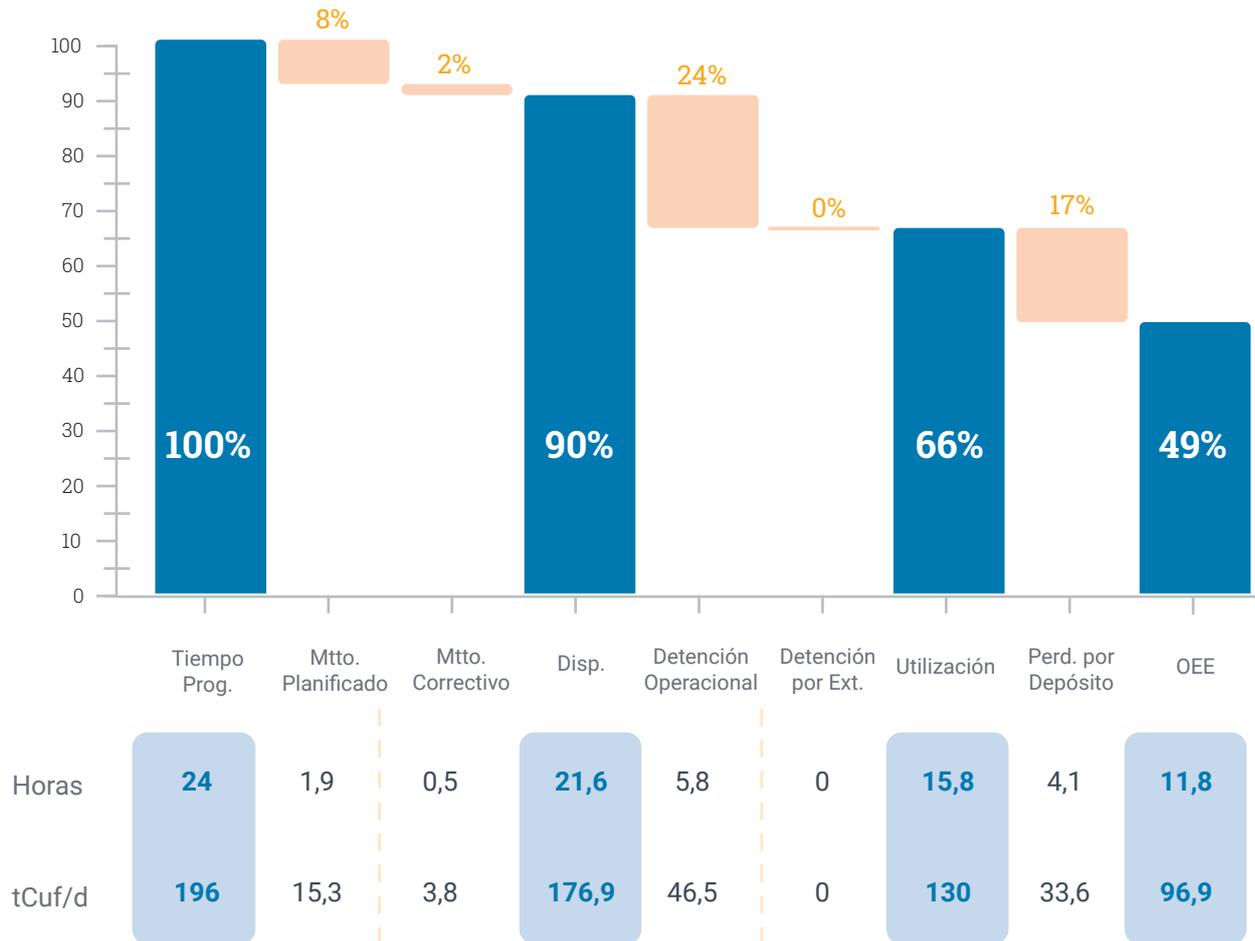
## ANÁLISIS OEE BUZÓN – Mina – enero 2020 - diciembre 2020



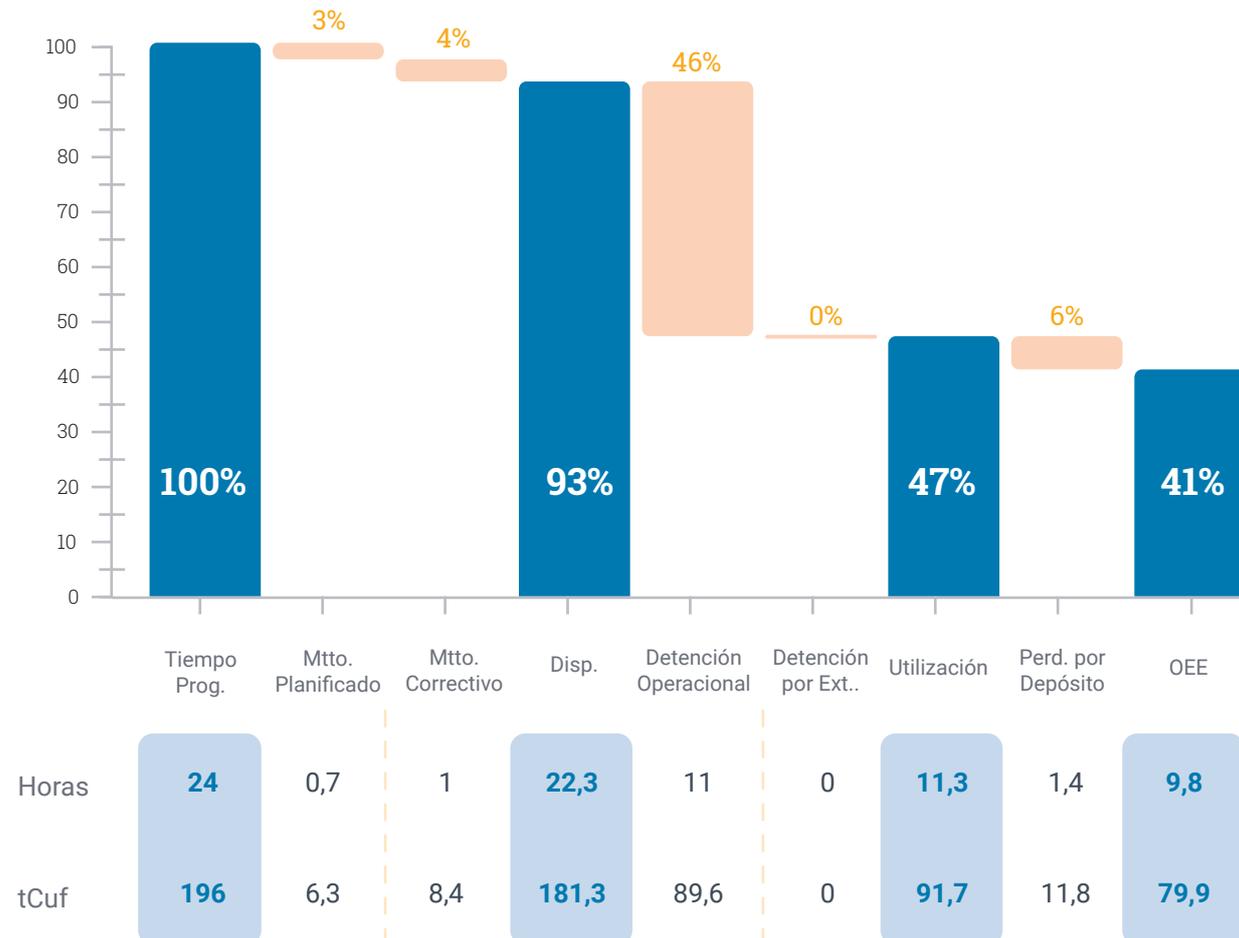
## ANÁLISIS OEE – CAEX 830 y 930 – enero 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE – Depósito EW Óxidos – noviembre 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE – Cosecha EW Óxidos





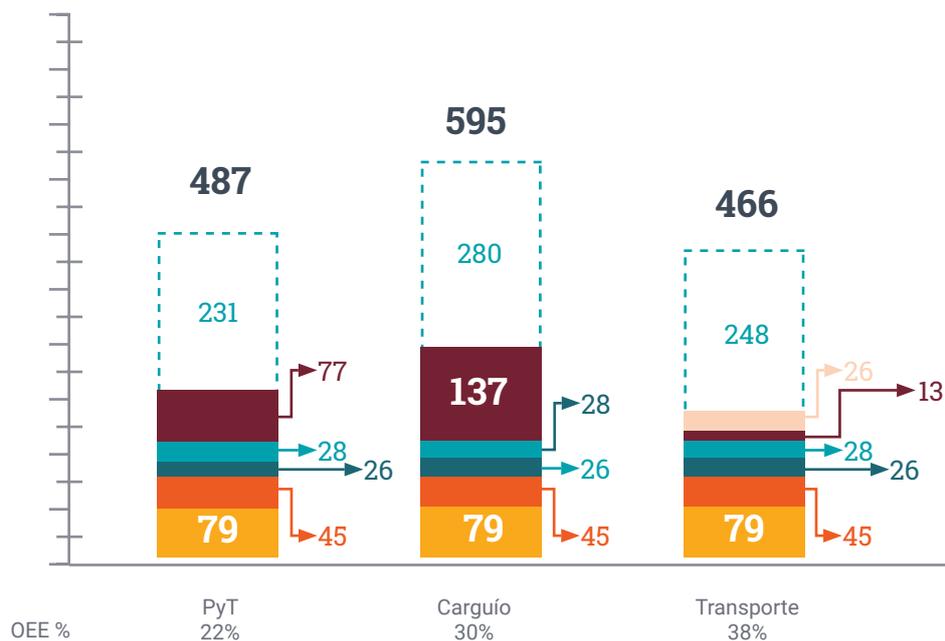
# Proceso cuello de botella

---

División Chuquicamata

## CUELLO DE BOTELLA – Mina rajo

**Mapa de capacidad – Alto nivel**  
Kt/d, línea base julio – diciembre 2020



### Leyenda

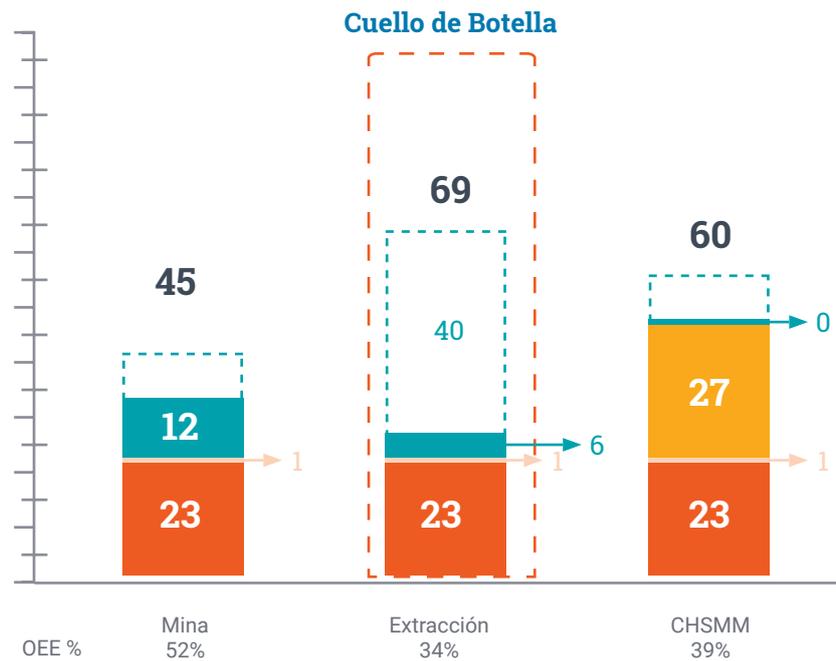
- Límite teórico
- Mineral F49 a Stock
- Pérdidas aguas abajo
- Pérdidas aguas arriba
- Mineral F49 a CHI
- Stock a CHI
- Otros movimientos

### Detalle

- El Cuello de botella actual es el transporte con CAEX.
- La cantidad de tronaduras está disminuyendo de acuerdo a PND2020 y cierre mina, quitando foco de PyT.
- Incrementar desempeño match pala-camión, con foco en CAEX es fundamental para el sistema total de la mina, a través de la implementación de ingeniero de despacho 7x7.

## CUELLO DE BOTELLA – Fase Mina Subterránea

**Mapa de capacidad – Alto nivel**  
Ktpd, línea base julio – diciembre 2020



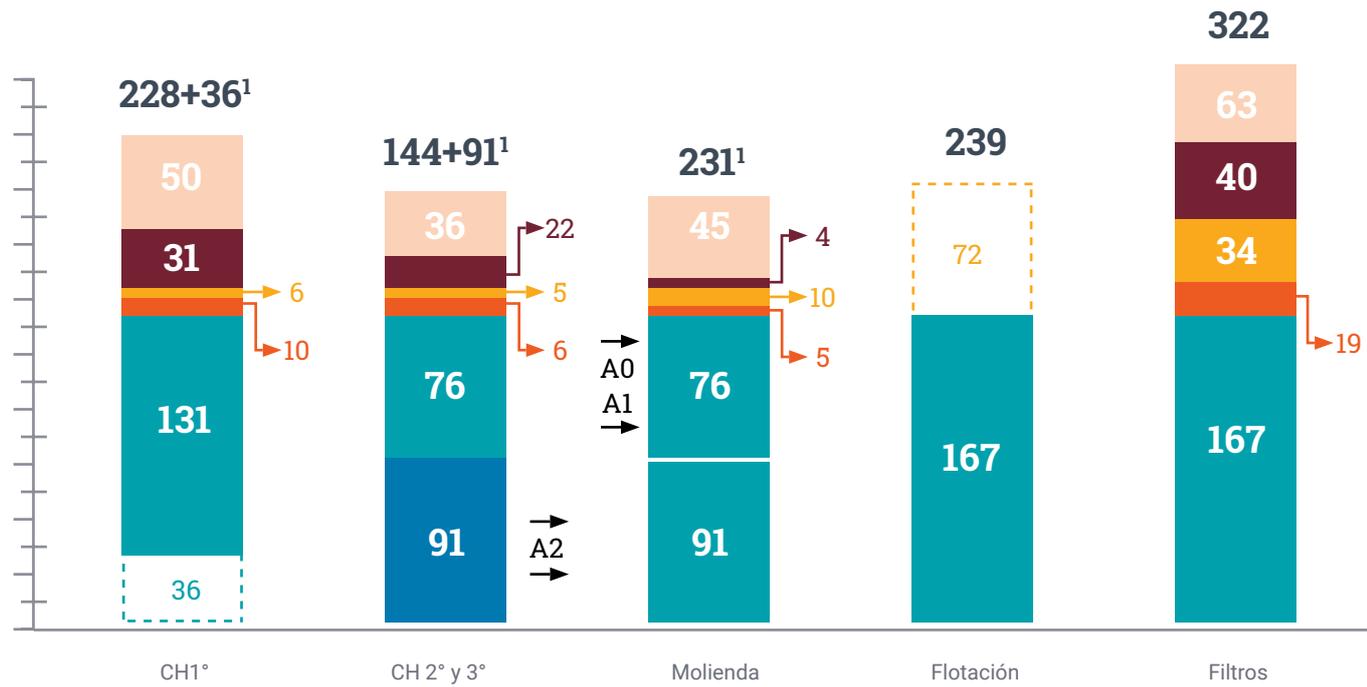
### Leyenda

- Límite teórico
- Pérdidas aguas abajo
- Marinas
- Pérdidas aguas arriba
- Extraído

### Detalle

- El cuello de botella lo entrega la capacidad de extracción.

## CUELLO DE BOTELLA – Fase Planta Concentradora



## Leyenda

-  Alimentación DRT
-  Pérdidas internas
-  Pérdidas rendimiento
-  Sin Información
-  Producción
-  Pérdidas aguas arriba
-  Pérdidas aguas abajo
-  Mineral a MA2

## Detalle

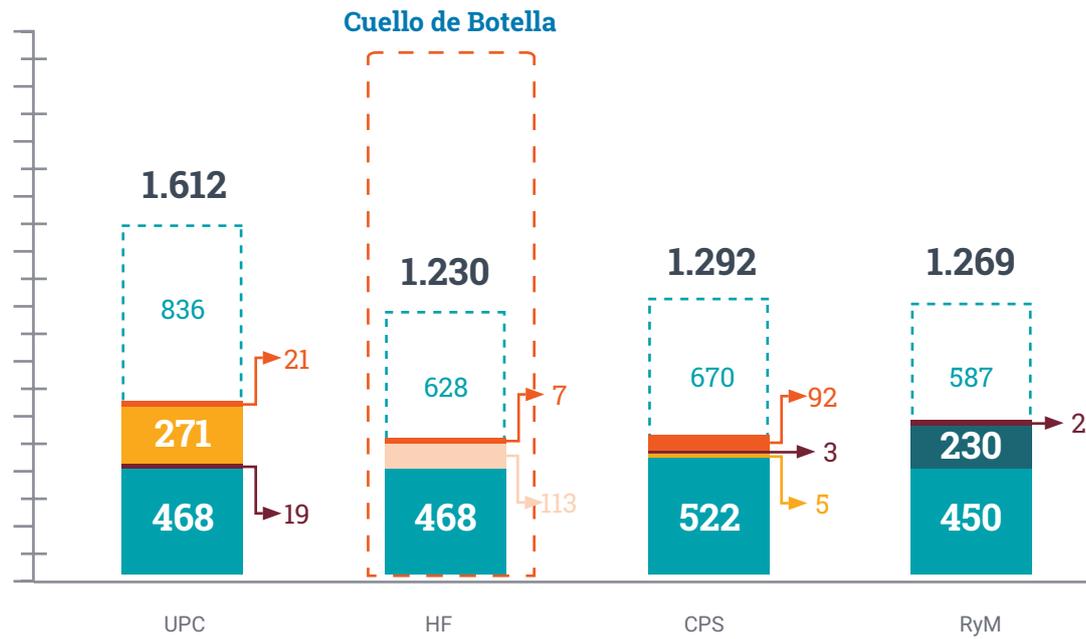
-  Definimos el cuello de botella como aquella área con menor holgura, o con menor potencial perdido aguas arriba o aguas abajo.
-  Molienda es cuello de botella en el período examinado.
-  CH1 no es cuello de botella pero es un sistema con alta vulnerabilidad y criticidad.
-  CH2°3° podría ser cuello de botella frente a Molienda convencional en caso de elevar el procesamiento de aquella.
-  El resto de áreas aguas abajo tienen capacidad para procesar todo lo proveniente de molienda.
-  Límite teórico: 230,9 ktpd.

## CUELLO DE BOTELLA – Fase FURE

**Línea Base Ene-Dic20**  
Valores en tpd cu f

### Leyenda

- Interna
- Tratamiento Cuf
- Tratamiento calcina Cuf
- Aguas abajo
- Moldeo scrap
- Aguas arriba
- Externaldad



## CUELLO DE BOTELLA\* – Fase GEL (Gerencia de Extracción y Lixiviación)

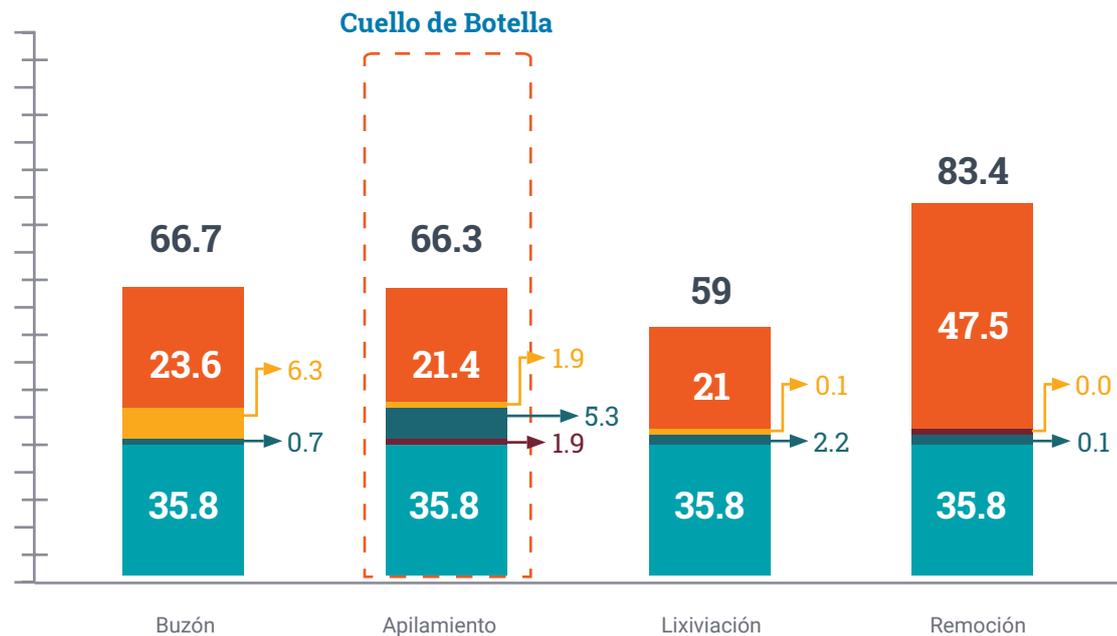
Pérdidas reales acumuladas de enero a diciembre, kthpd

### Leyenda

- Internas
- A. abajo
- A. arriba
- Externa
- Tratamiento

### Detalle

- Las mayores pérdidas de los procesos son 6,3 ktpd dado de buzón a apilamiento. Además las mayores pérdidas de lixiviación (2,2 ktpd) también apuntan hacia apilamiento.
- El cuello de botellas es Apilamiento. Sin embargo, se define también poner foco en Lixiviación.



\* Datos normalizados y llevados a kthpd

## INTRODUCCIÓN



**Fabiola Araya Rodríguez,**  
Directora Excelencia Operacional,  
División El Teniente.

Para nuestro centro de trabajo, este corresponde al primer *full potential* elaborado de forma transversal y colaborativa, al incorporar no solo los diagnósticos realizados desde cada una de las gerencias que componen nuestra división, sino que también al sumar a la Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo (GRMD), validando con ella, la forma en que cada área, a través de sus Planes de Implementación Tácticos (PIT's), se ajustó a la Aspiración productiva y como el Plan de Actividad Mensual (PAM) se alineó a éstas.

El desarrollo del *full potential* nos permitió de manera conjunta definir una Aspiración exigente para desafiar los procesos bajo un contexto complejo de una fuerte caída en la producción debido a la restricción hídrica y posteriormente a causa de la pandemia que afectó al país y al mundo.

Sorteamos de buena manera el escenario adverso y logramos demostrar que la Aspiración era exigente pero alcanzable.

Nuestro desafío hoy es mantener los procesos y acciones que nos ayudaron a recuperarnos durante la crisis hídrica y sanitaria y así cumplir con el compromiso que mantenemos tanto con Codelco como con el país.

Sabemos y tenemos el convencimiento que el *full potential* es nuestro documento oficial, nuestra guía, que nos permite alinear la Aspiración divisional y desafiarla permanentemente.





\_DIVISIÓN EL TENIENTE

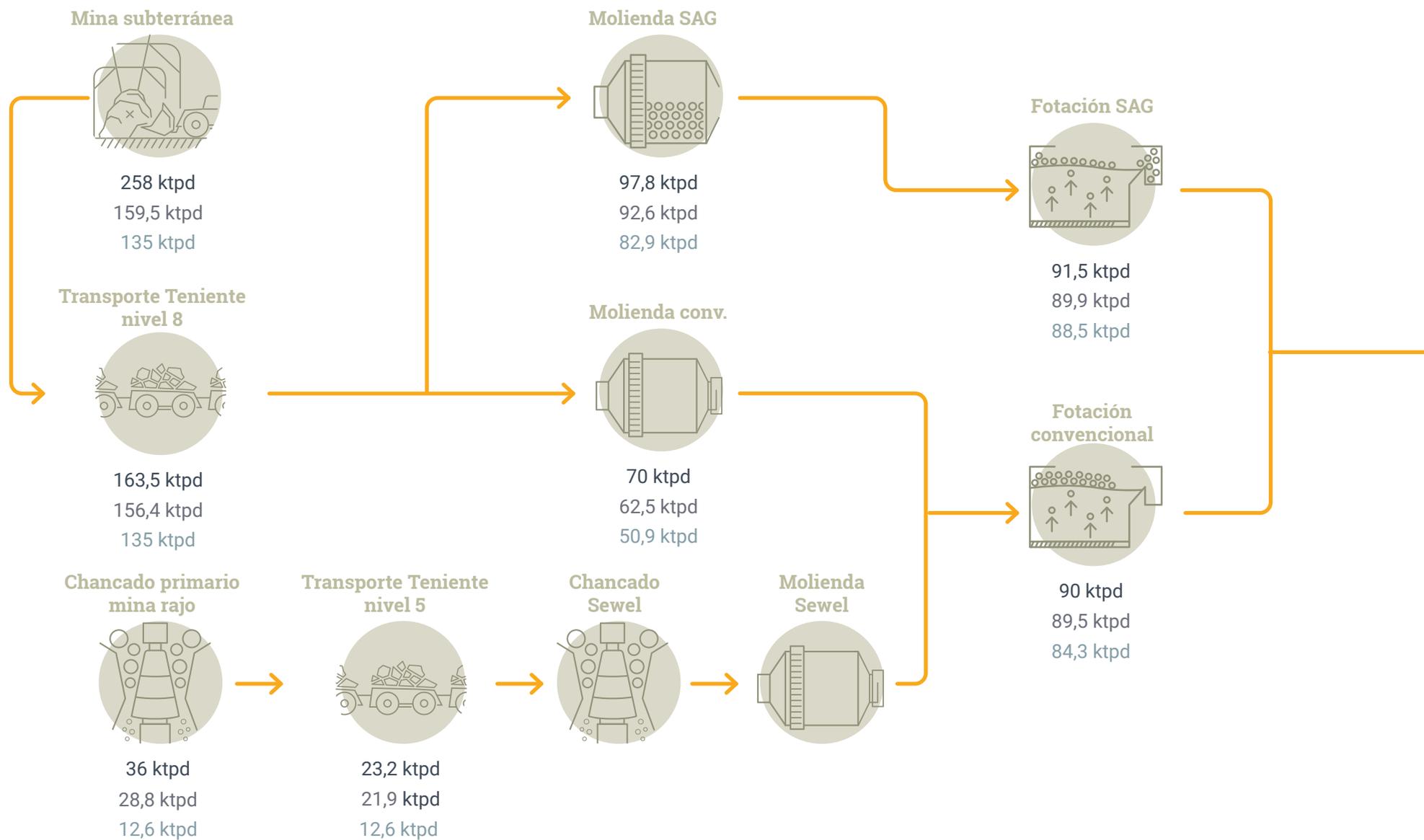


# Diagrama de flujo de procesos

---

División El Teniente

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División El Teniente





- Límite teórico
- Límite técnico
- Línea base 2020



## LÍMITES TÉCNICOS Y TEÓRICOS

### Gerencia Minas

Producción Real 2019 y 2020 para SMC, Acarreado Mina a Colon y Rajo Sur.

El límite técnico y teórico se calculan en base a P90 y P98 respectivamente, de la producción en base a data CPM98/PGOM/Jigsaw.

### Molienda SAG

Procesamiento Real no considera días de MGA (planta detenida).

Límite Técnico: calculado con el P95 de la media móvil de tph en el periodo Enero a mayo 2020.

Límite Teórico: calculado con P95 de tph en el periodo enero a mayo 2020.

### Planta de chancado

Límite Teórico: en función de la capacidad de diseño en documento base alquimia 2006.

### Convencional

Límite Teórico: en función de la capacidad de diseño en modelo tratamiento Bond. (Planta operativa en condiciones ideales 100% utilización)

### Moliendas convencionales

Límite Técnico: calculado con modelo de tratamiento convencional DET.

Límite Teórico: calculado con P98 de tph en el periodo enero a mayo 2020, por mejoras en equipos Plantas se supera el límite teórico de diseño.

### Convertidor Teniente

Se considera los P98 cuando ambos convertidores están operativos en forma simultánea (tiempo de soplado = 100%).

Para calcular el límite técnico se considera el P98 de la media móvil de octubre de 2019, al ser un periodo de operación estable y con alta fusión.

En este periodo los indicadores de tiempo fueron:

- Disponibilidad: 96,7%
- Utilización efectiva (nominal): 94,6%

### Moldeo

El límite teórico se obtiene a partir de los tiempos de proceso sin considerar desperdicios.

El límite técnico se obtiene a partir del mejor desempeño del año 2019, el cual corresponde al mes de octubre que corresponde a 1.183 tmf/día (P98 octubre 2019)

### Limpieza de gases

El periodo más representativo de la operación para obtener el Límite Teórico considera el P98 del mes de octubre de 2019, donde hubo mayor estabilidad operacional y alta producción.

PLG1 límite teórico el flujo fue de 175.363 Nm<sup>3</sup>/h con 9,3% de SO<sub>2</sub>

PLG2 límite teórico el flujo fue 231.618 Nm<sup>3</sup>/h con 8,3% de SO<sub>2</sub>.

En este periodo los indicadores de tiempo fueron:

- Disponibilidad: 97,7%
- Utilización efectiva (nominal): 95,5%

### PTE

El límite técnico de la PTE corresponde a los valores de diseño de la planta, dado que se encuentran por sobre los valores obtenidos entre los meses de enero y junio. Alcanzando un rate de 178 t/h lo que corresponde a un límite teórico de 4.272 tpd y un límite técnico de 3.750 tpd.

### PTE – recuperación

Para una ley de alimentación de 6,4% promedio se obtiene un Límite Técnico de Recuperación de 91,2%. Considerando una ley de relave igual a 0,71% (1) y una ley de concentrado igual a 28%.

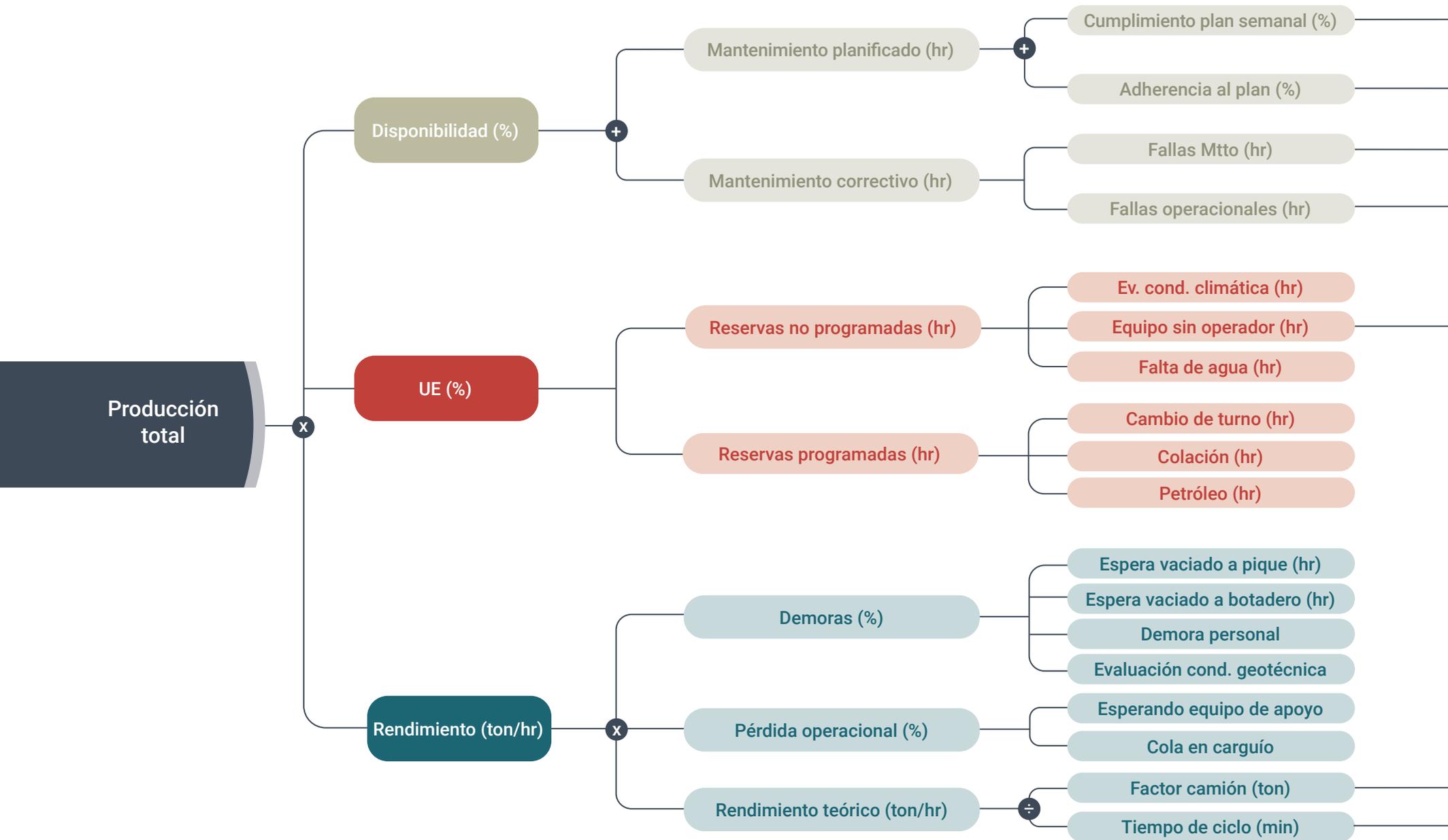


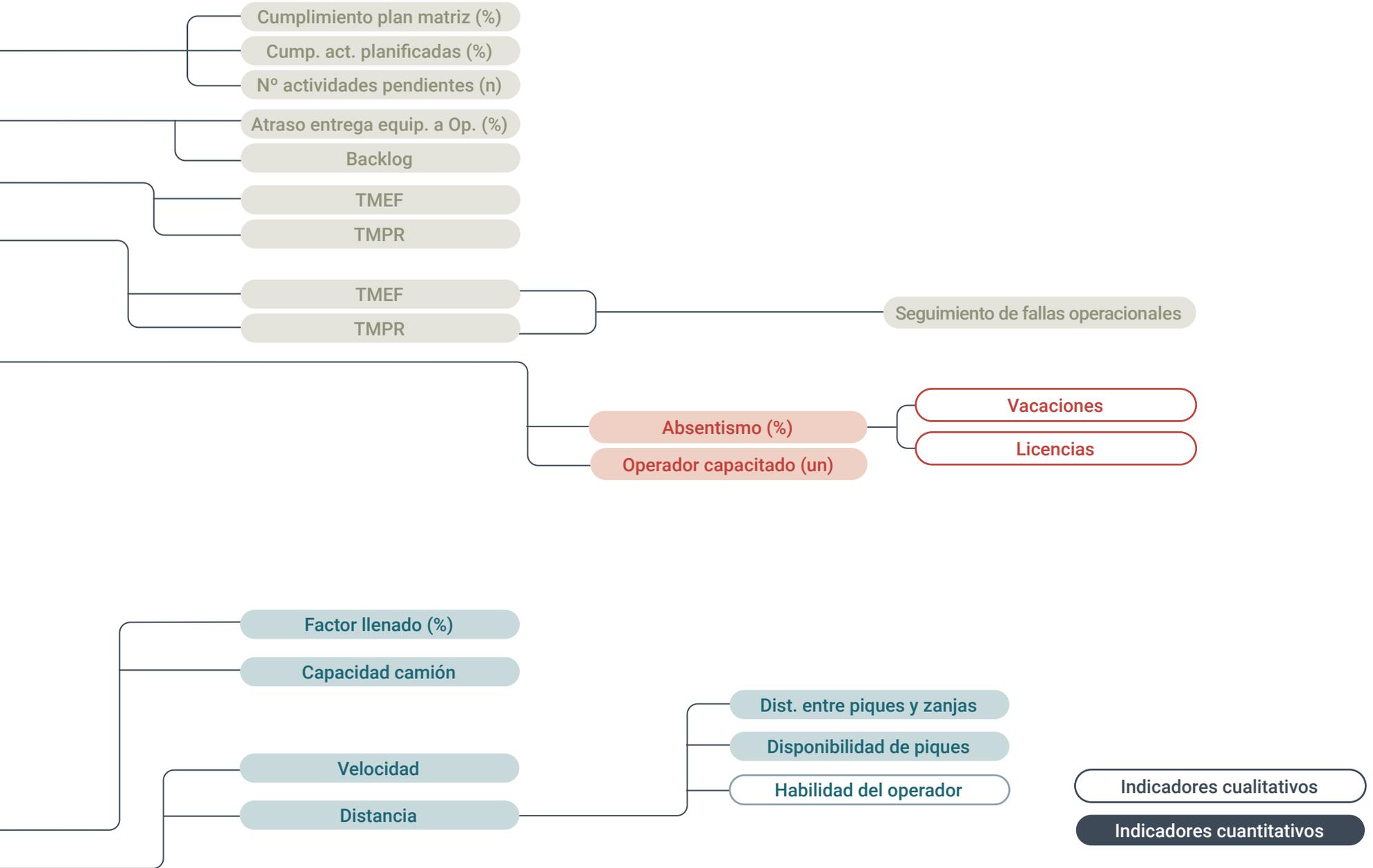
# Árbol KPI

---

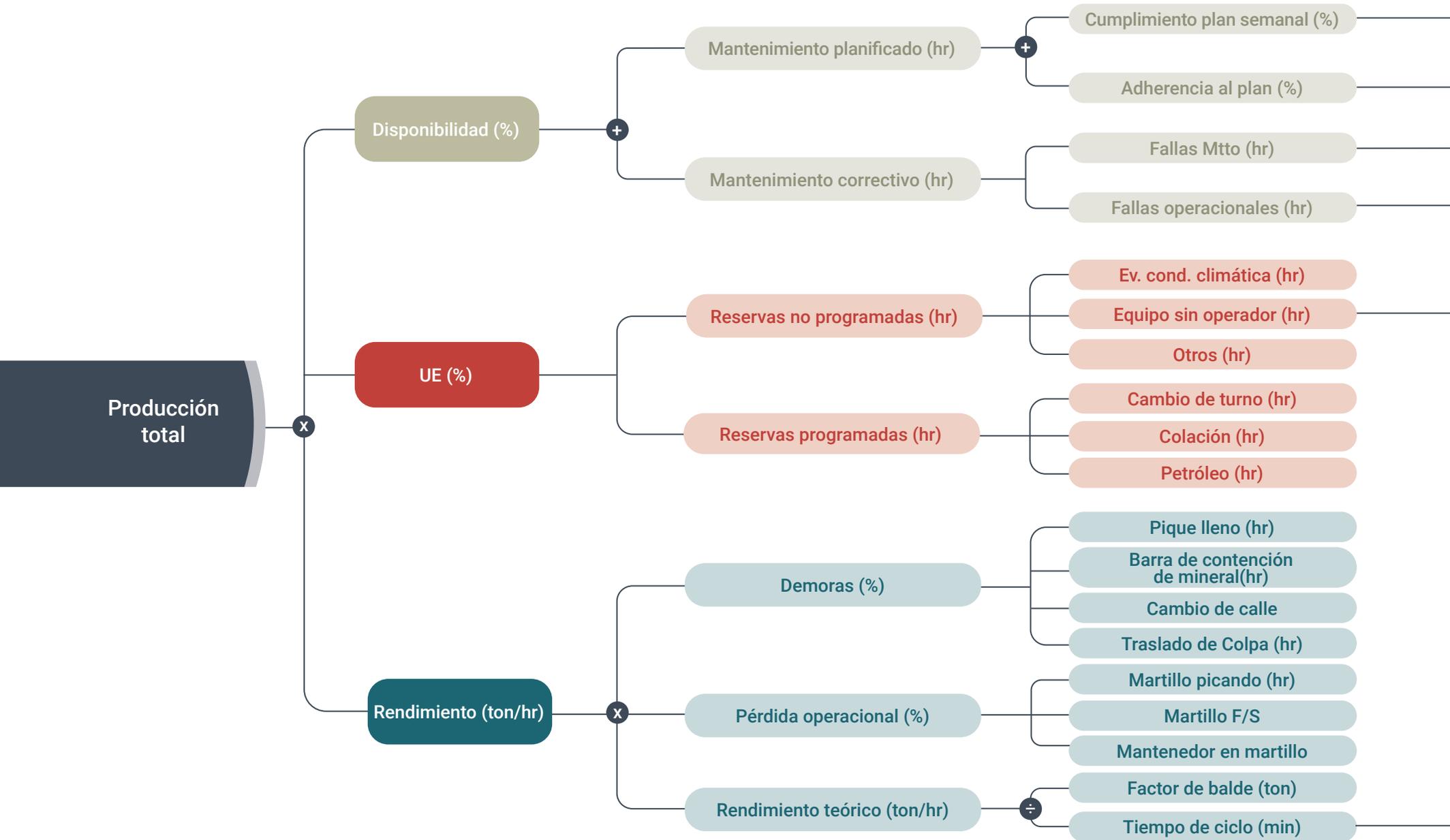
División El Teniente

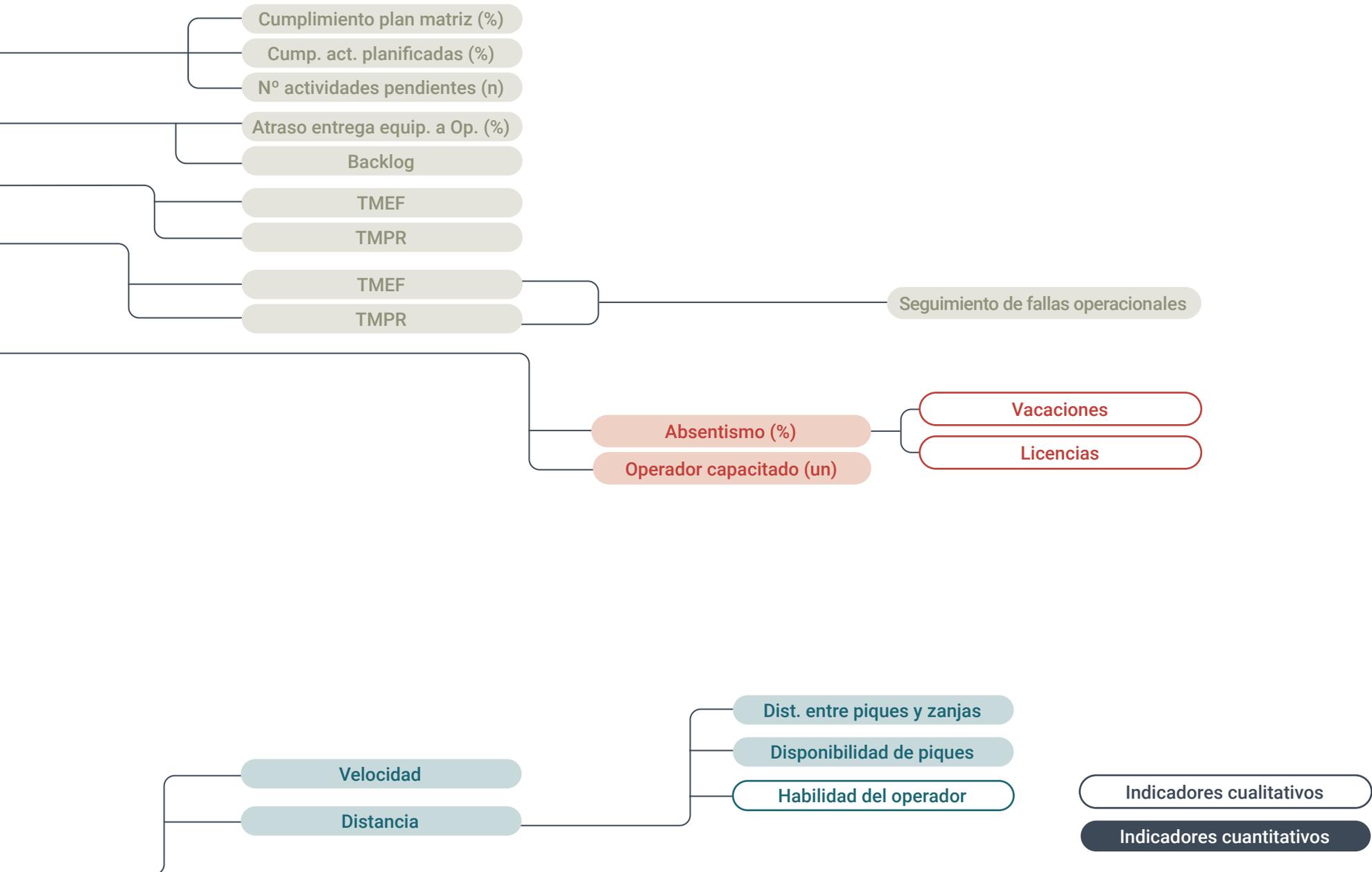
## ÁRBOL KPI – Rajo sur (transporte)



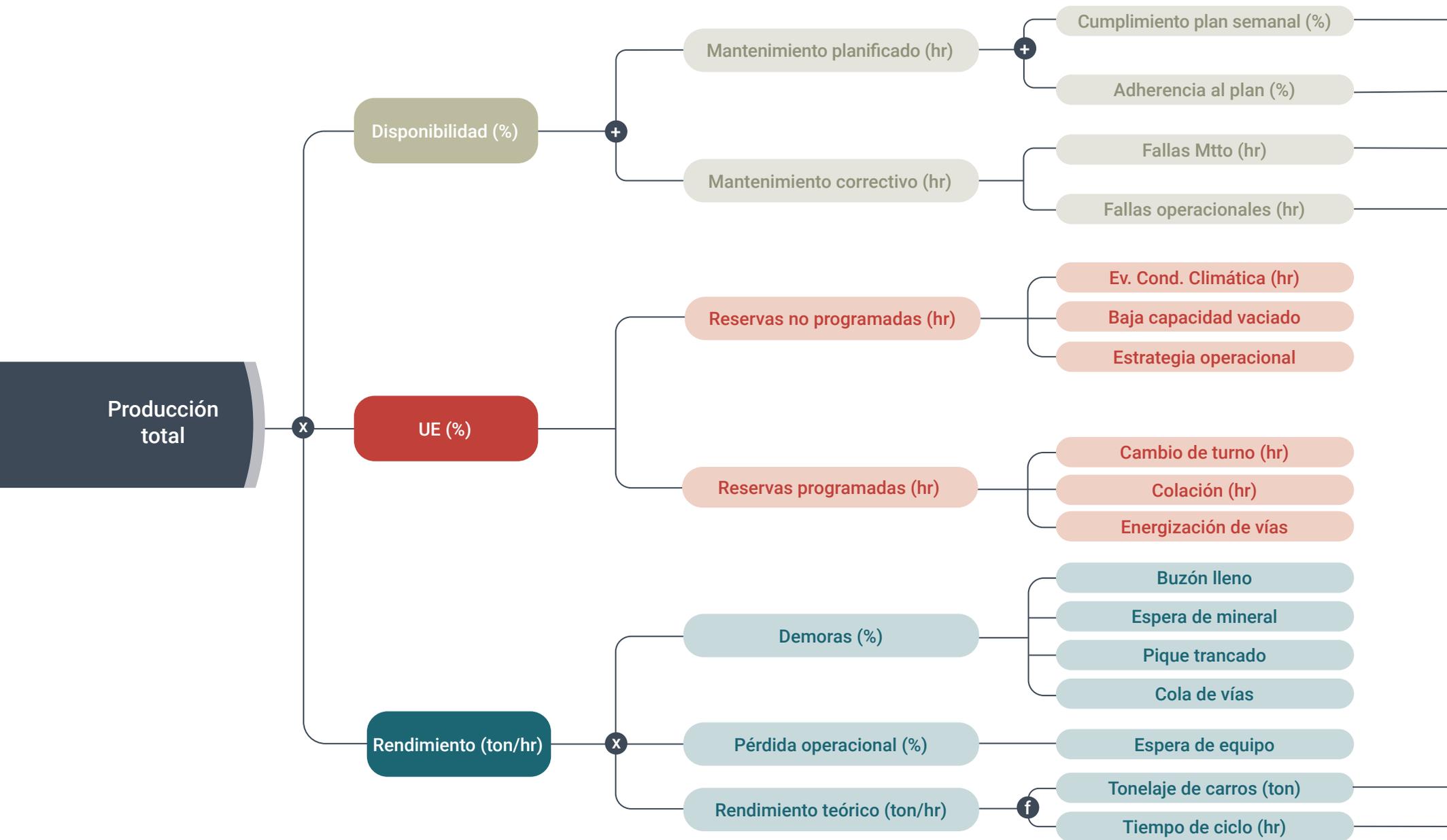


## ÁRBOL KPI – Esmeralda





## ÁRBOL KPI – Ferrocarril TTE 8

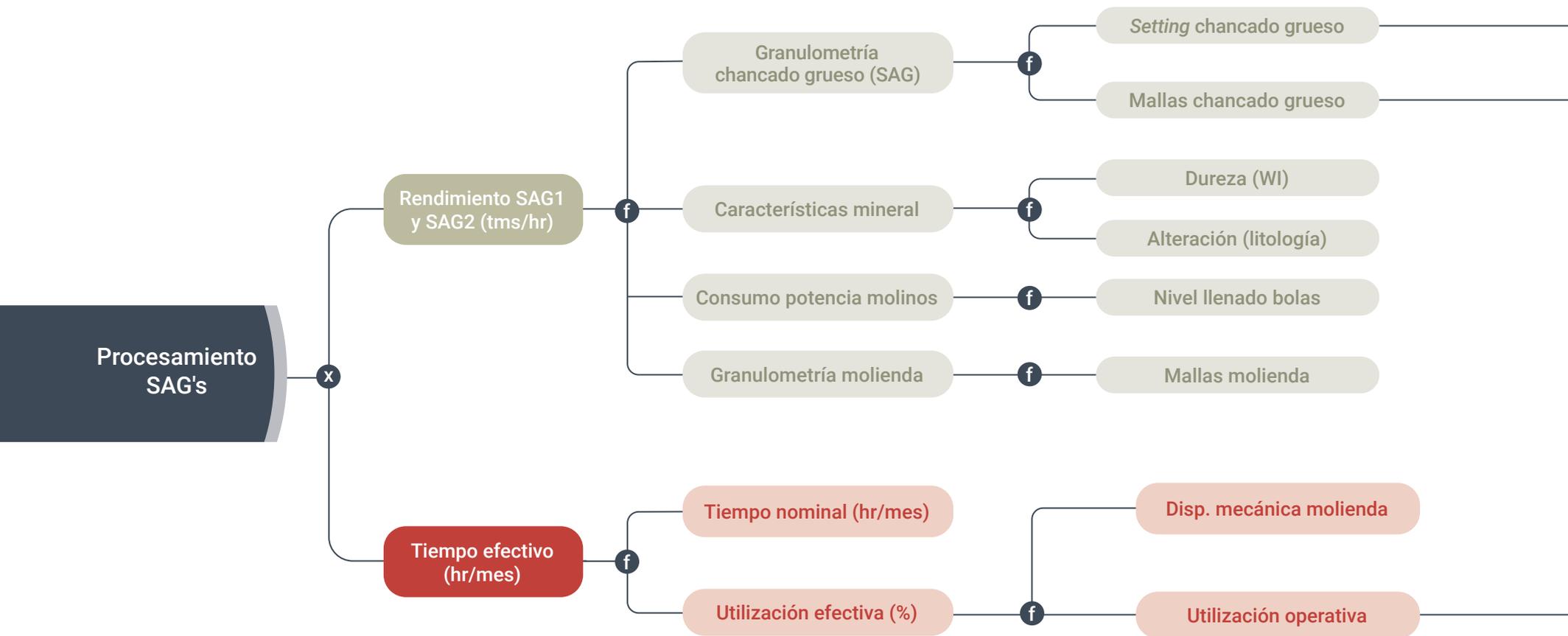




Indicadores cualitativos

Indicadores cuantitativos

## ÁRBOL KPI – Molienda SAG



Pebble generado SAG 1 (%)

Pebble generado SAG2 (%)

Variabilidad TMS de chancado primario (SAG)

Disponibilidad Energía eléctrica

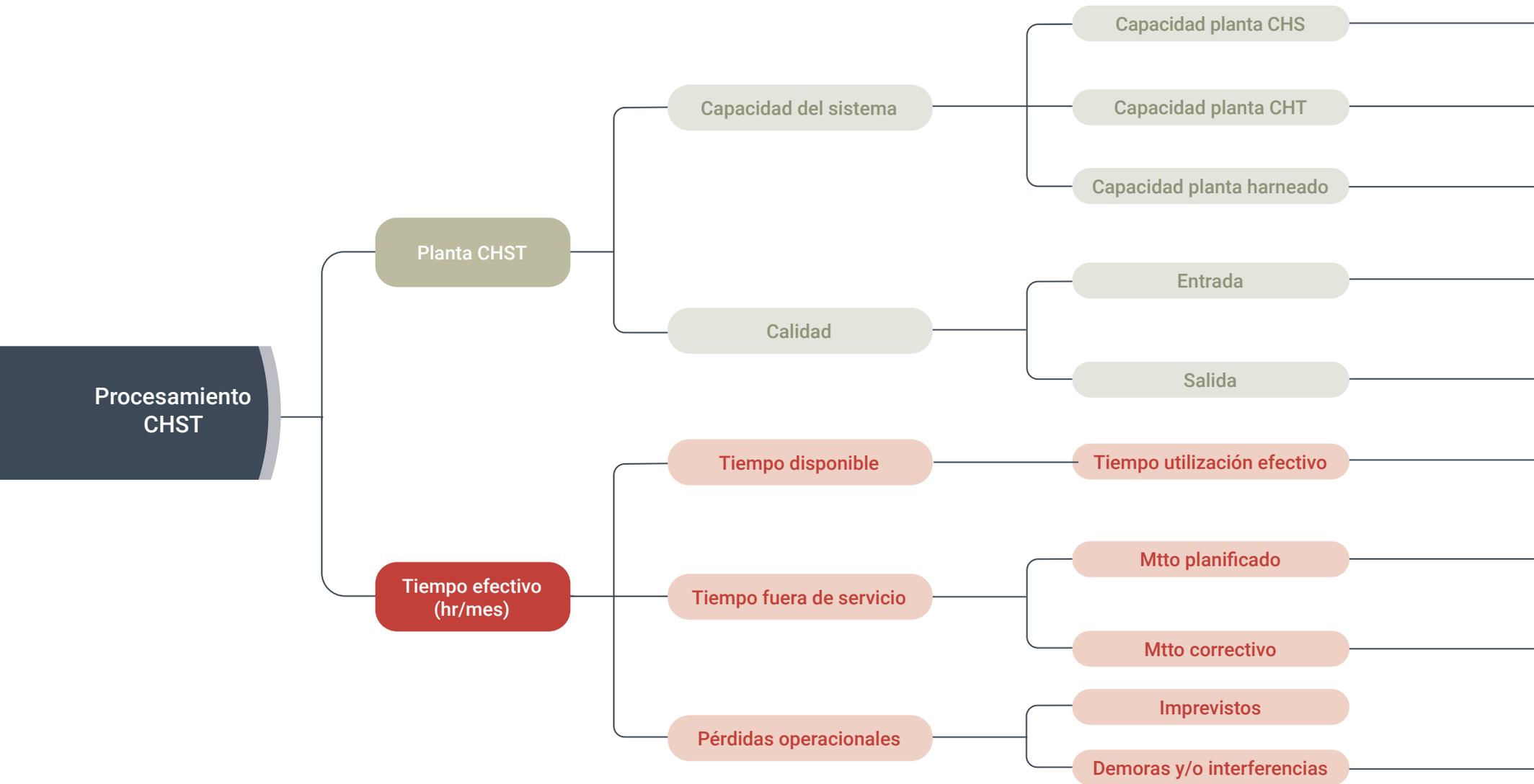
Disponibilidad agua

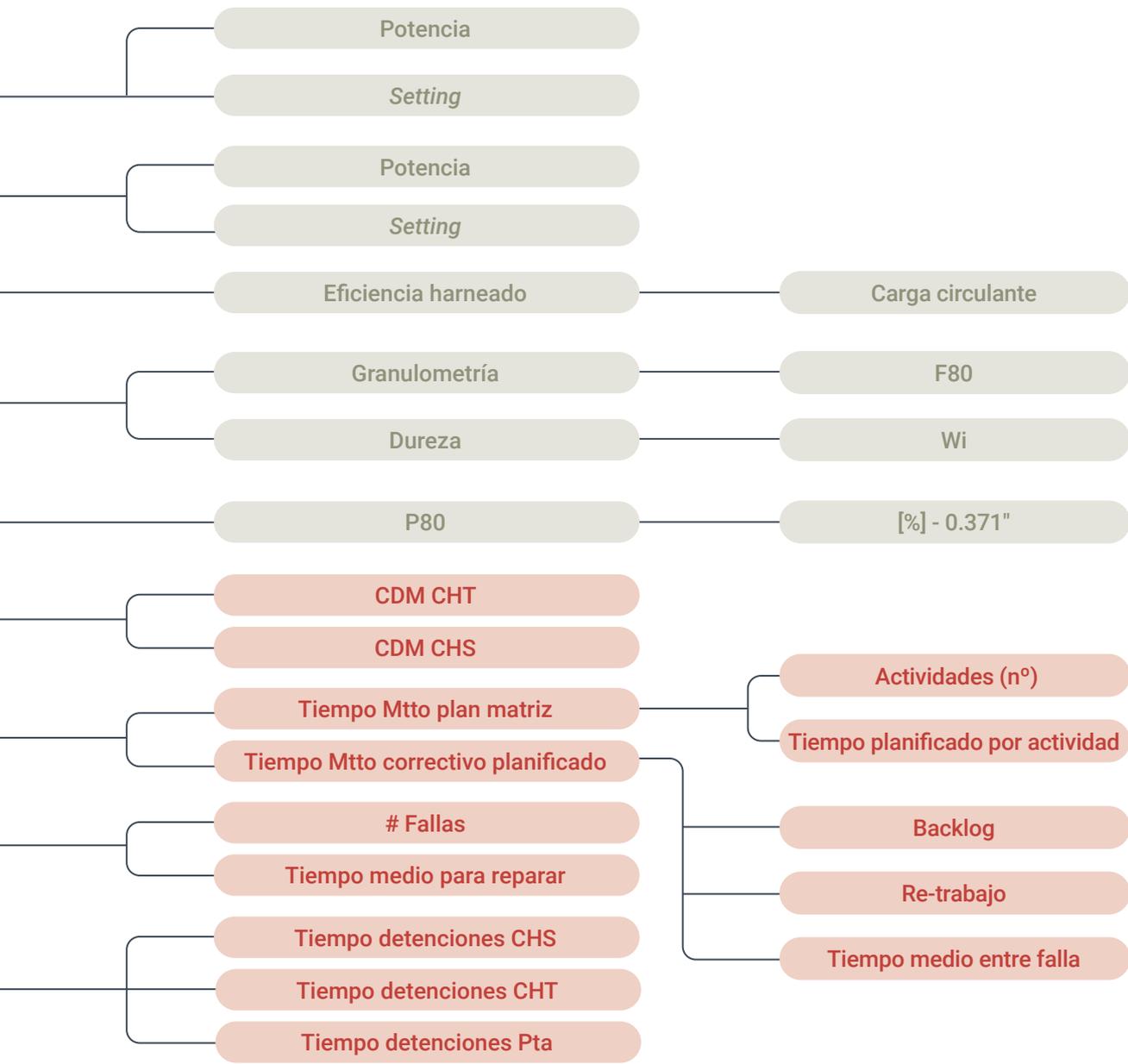
Condiciones operacionales

Estacionalidad agua fresca

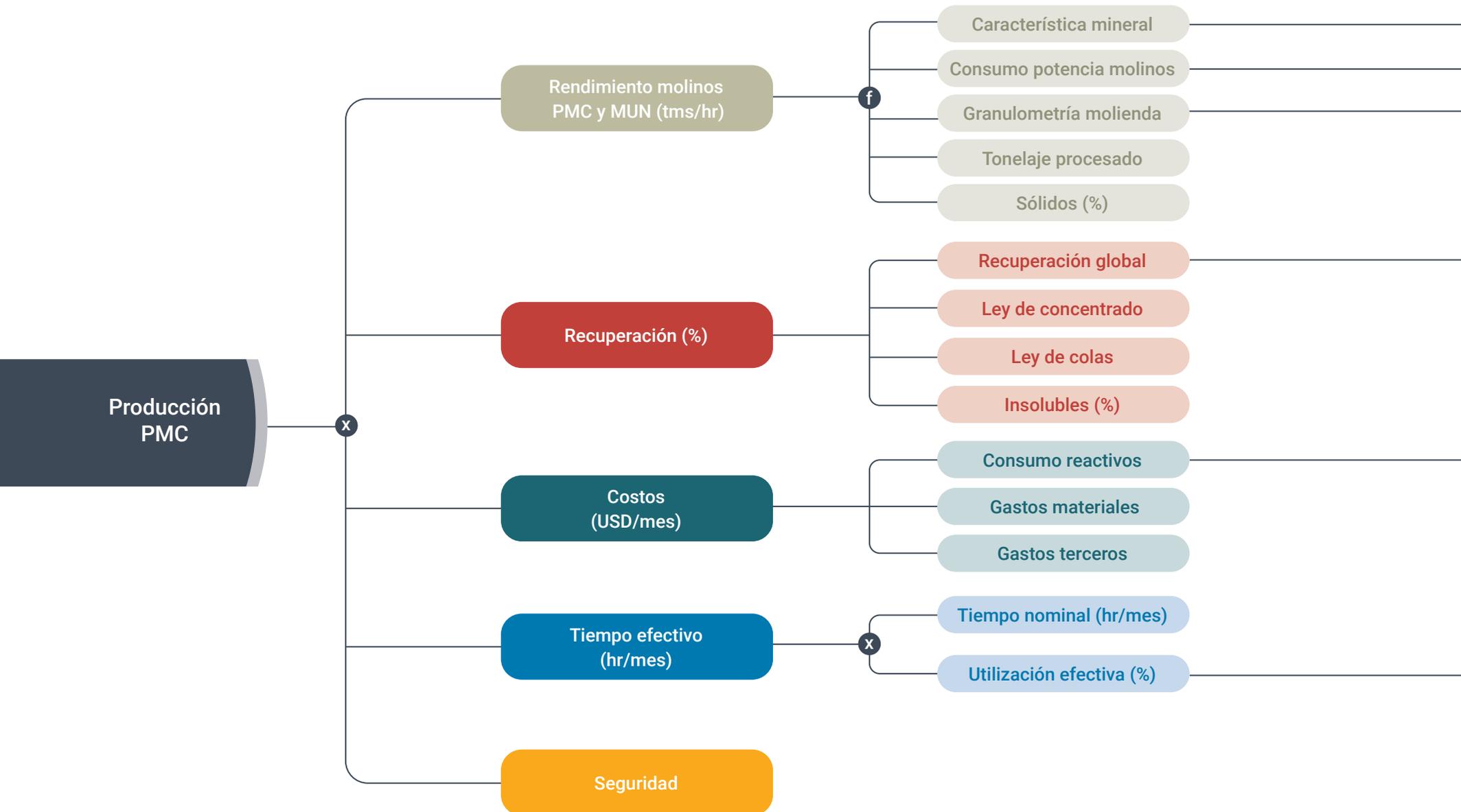
Disponibilidad agua recuperada de relave

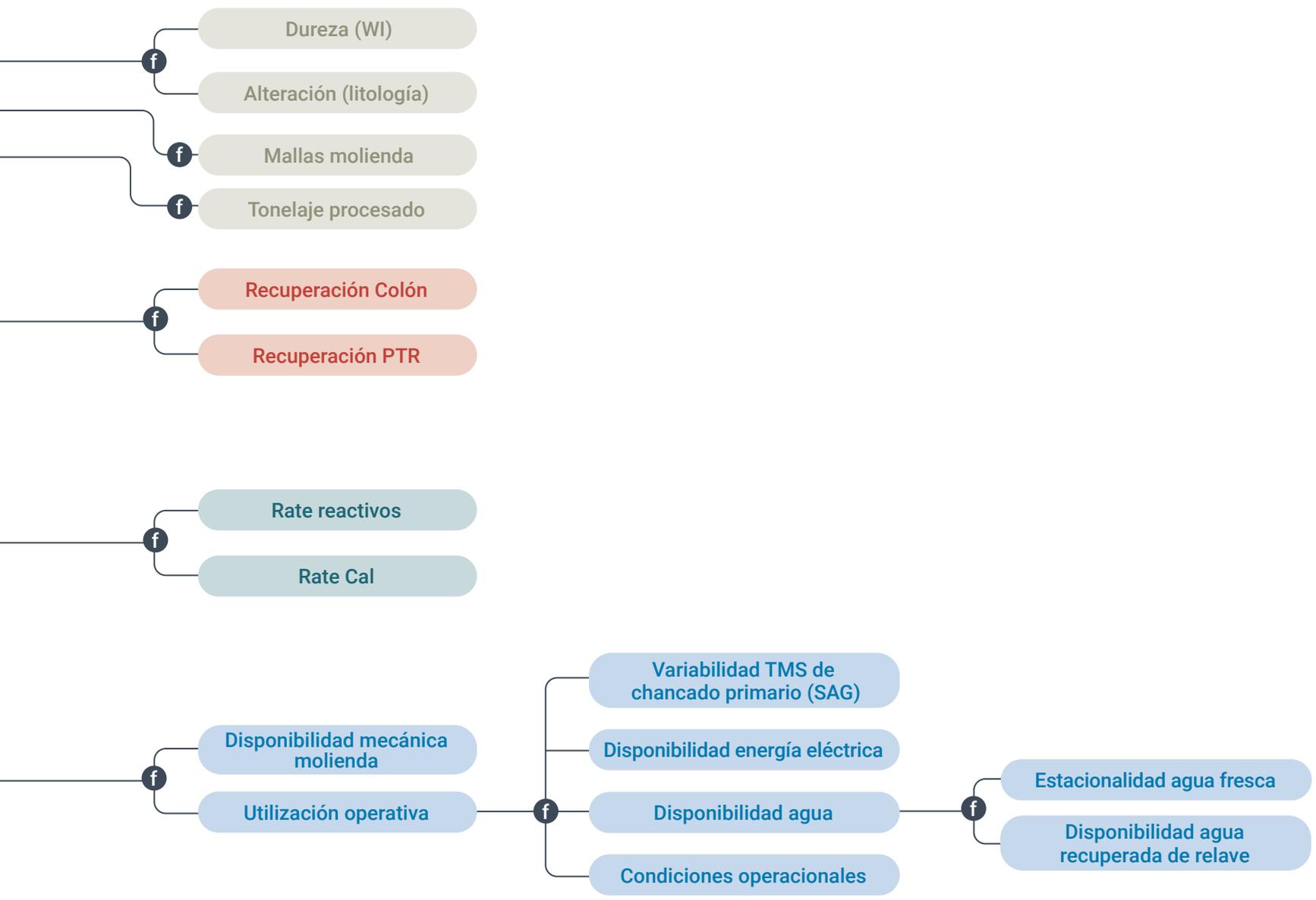
## ÁRBOL KPI – Chancado Secundario – Terciario



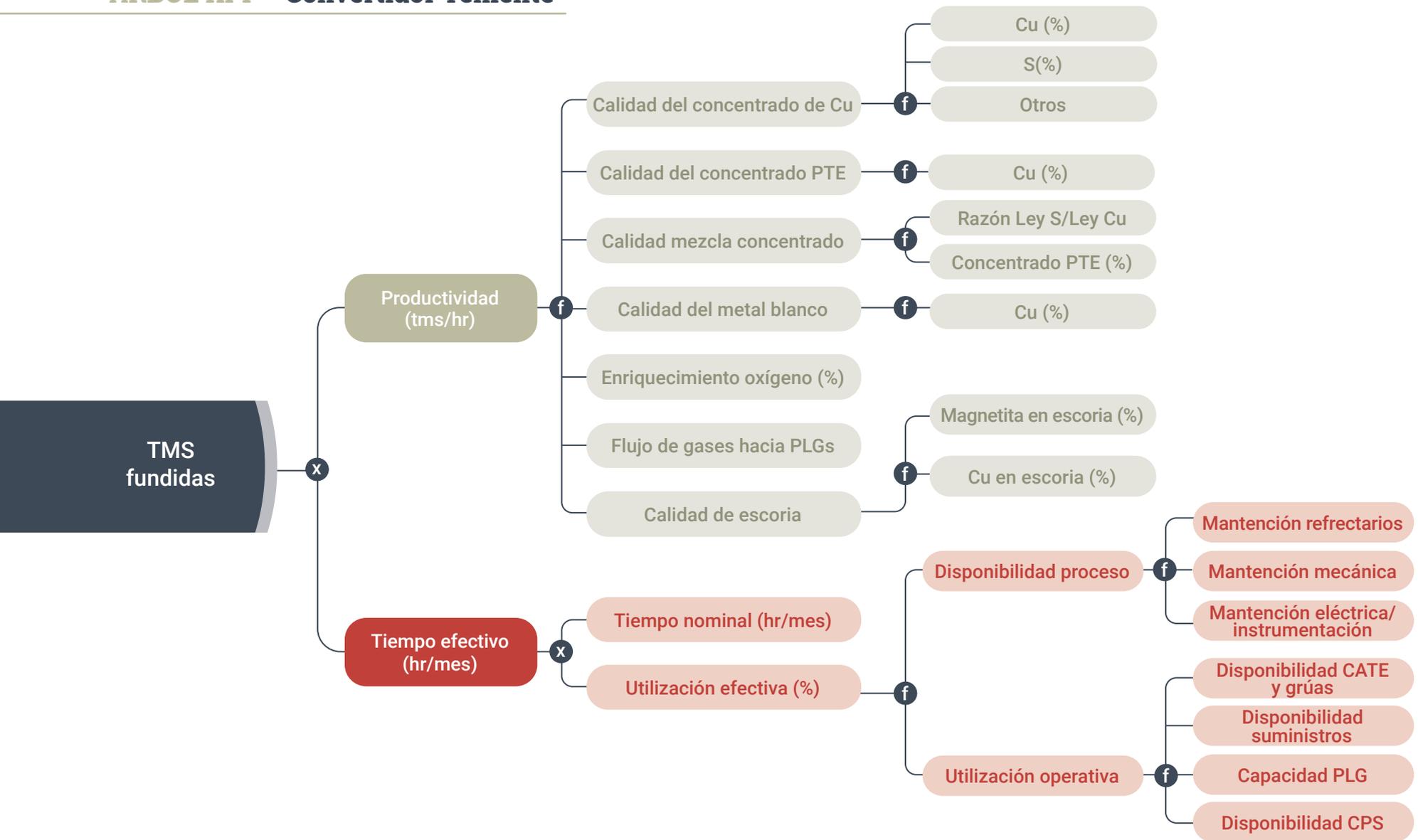


## ÁRBOL KPI – Chancado Secundario – Terciario

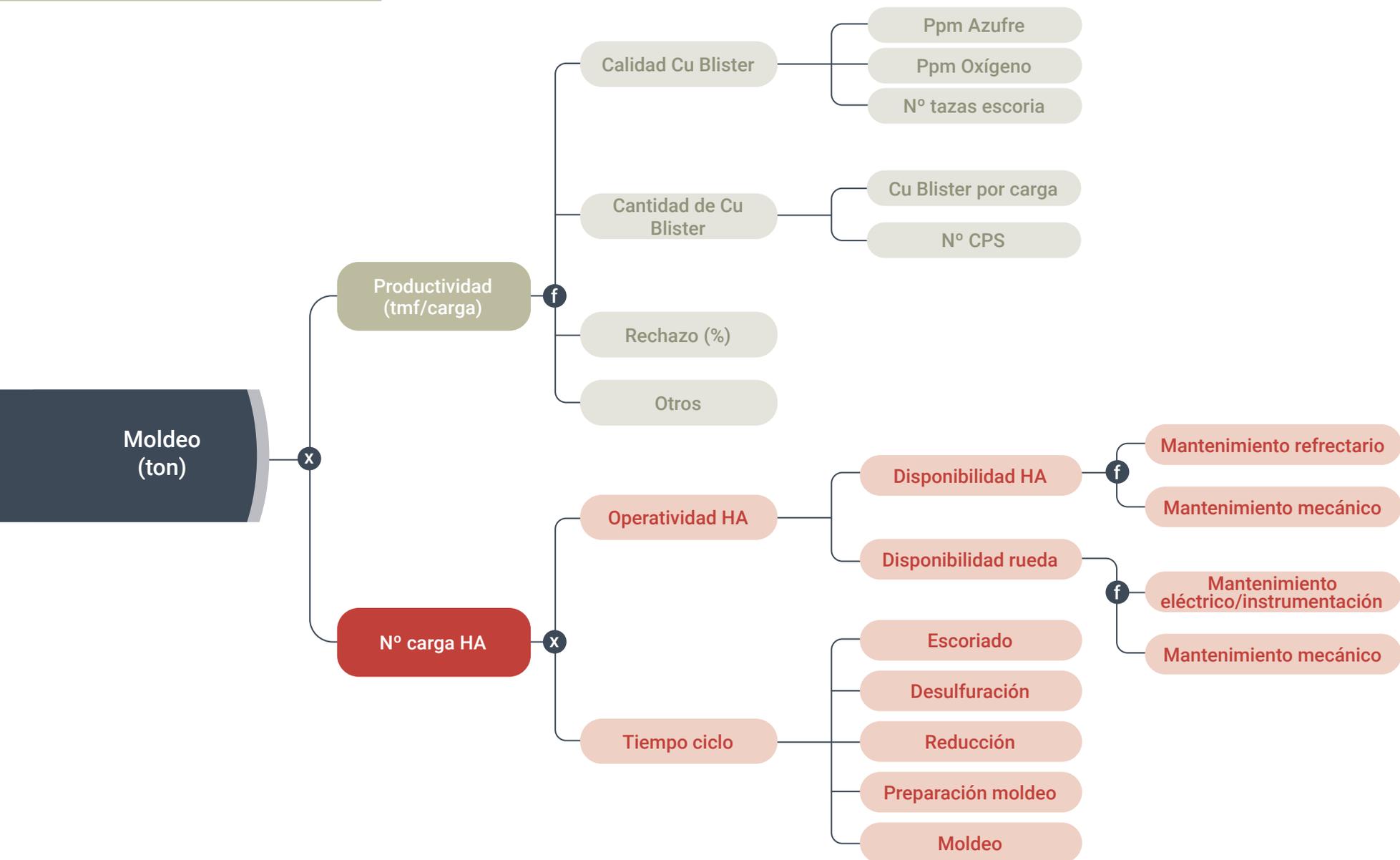




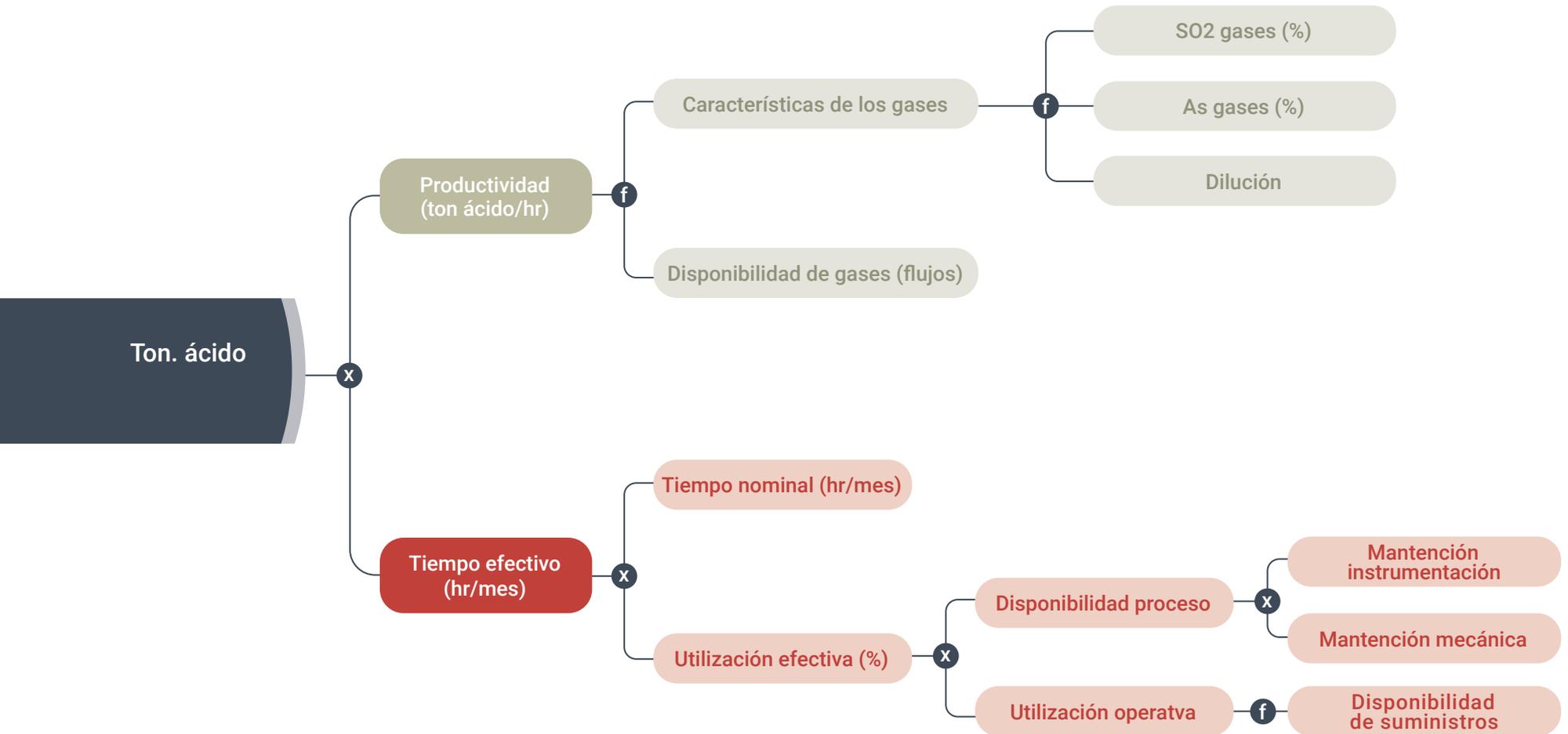
## ÁRBOL KPI – Convertidor Teniente



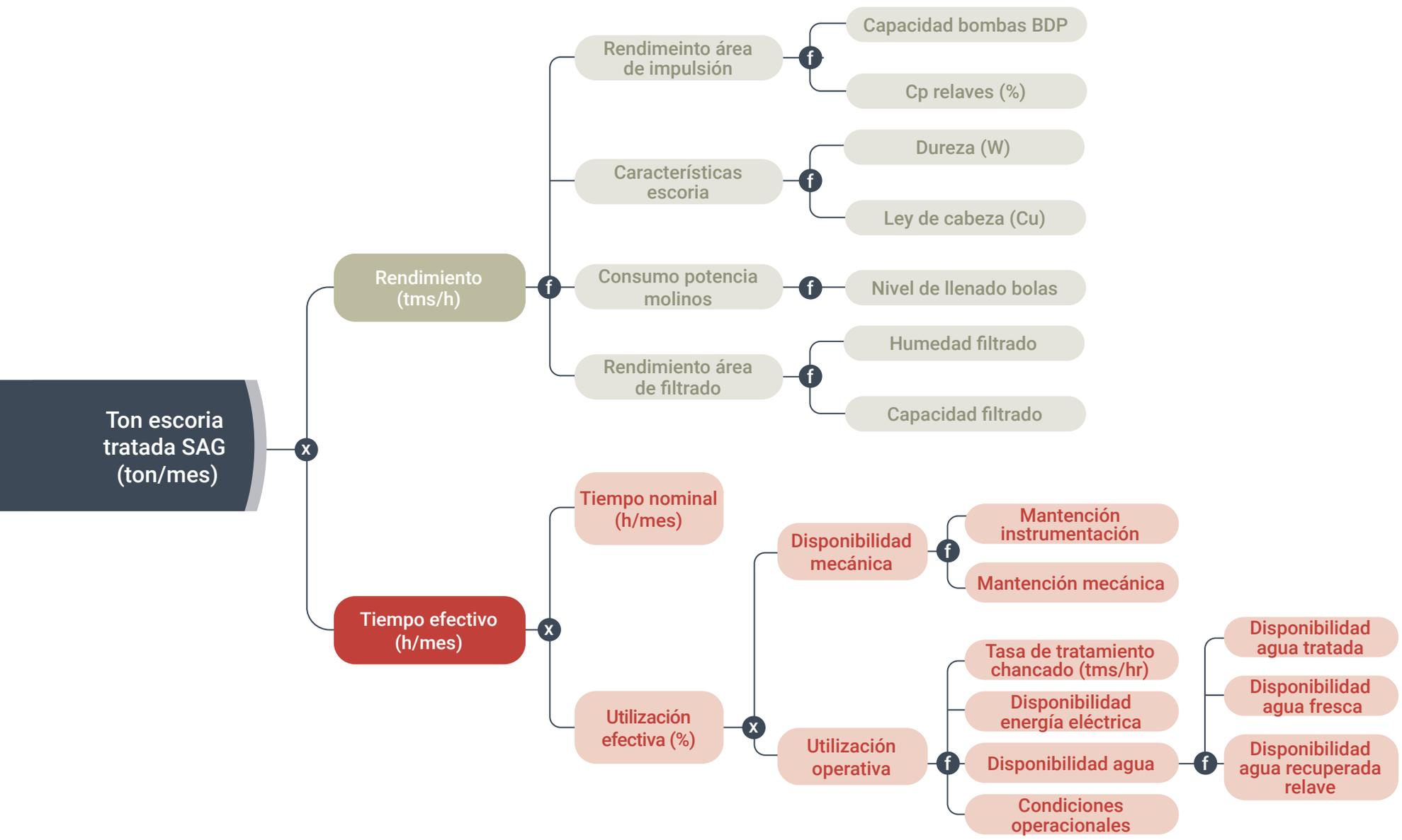
## ÁRBOL KPI – Moldeo



## ÁRBOL KPI – Limpieza de Gases



## ÁRBOL KPI – Planta tratamiento de escoria



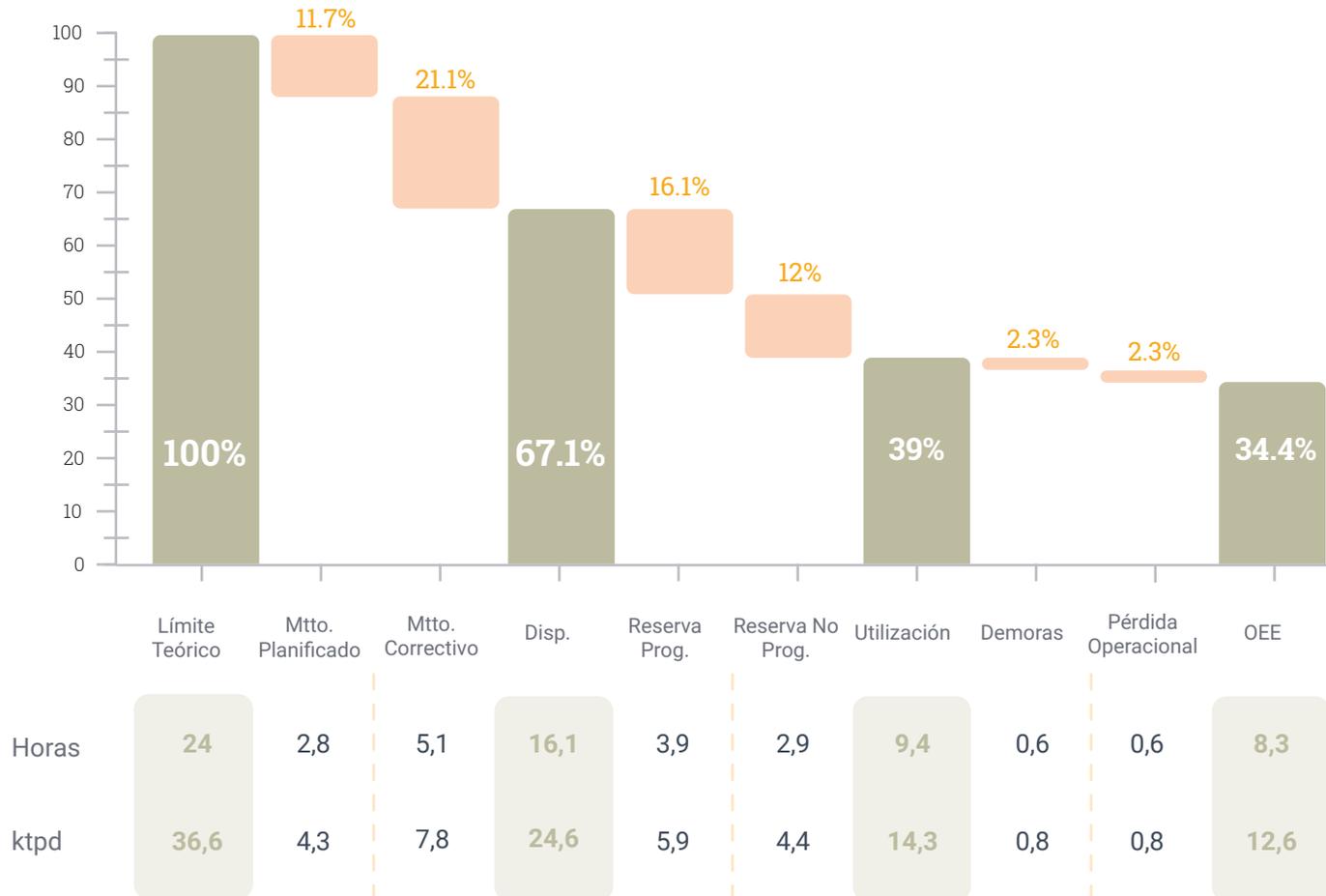


# Análisis equipos

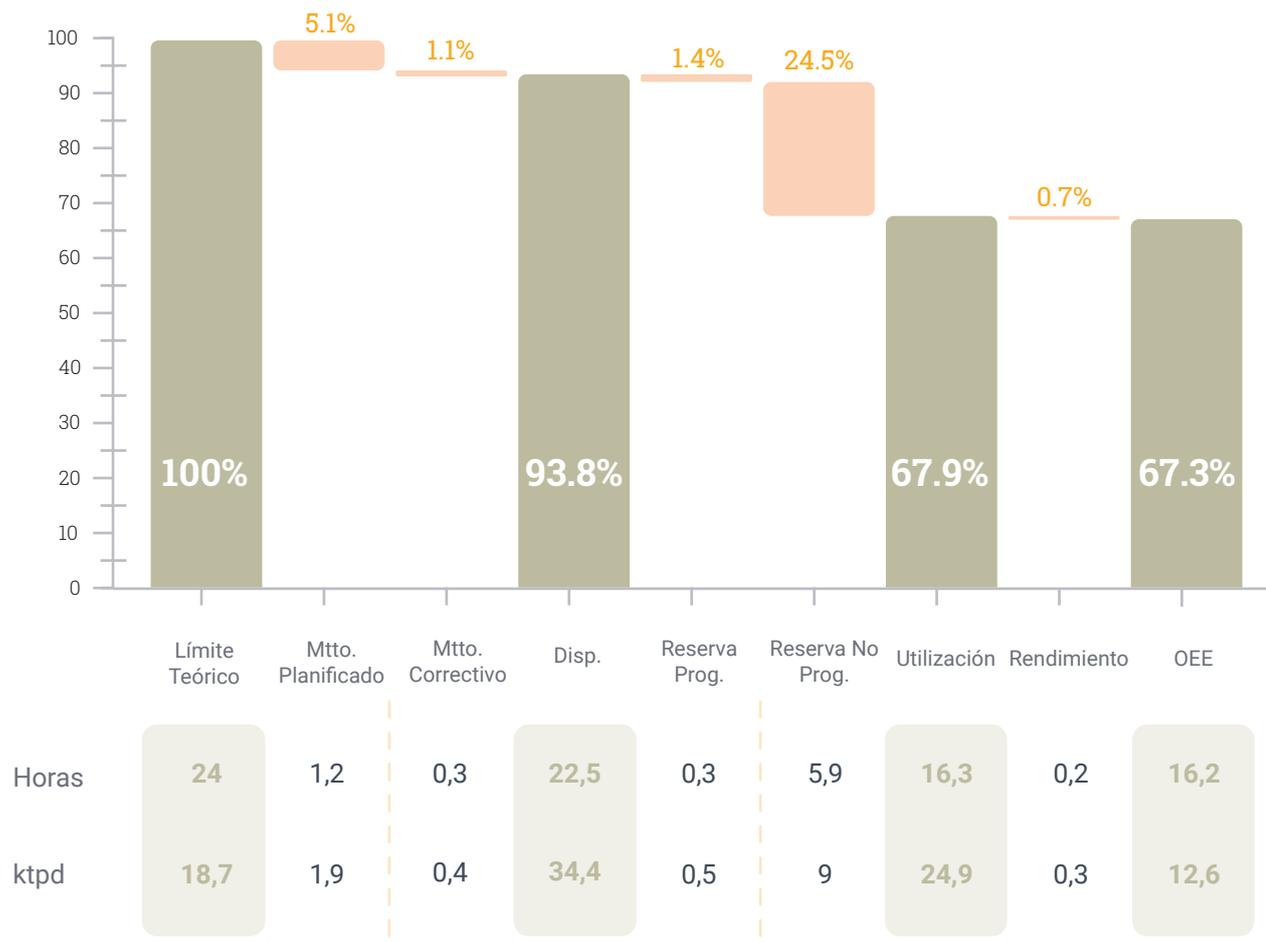
---

División El Teniente

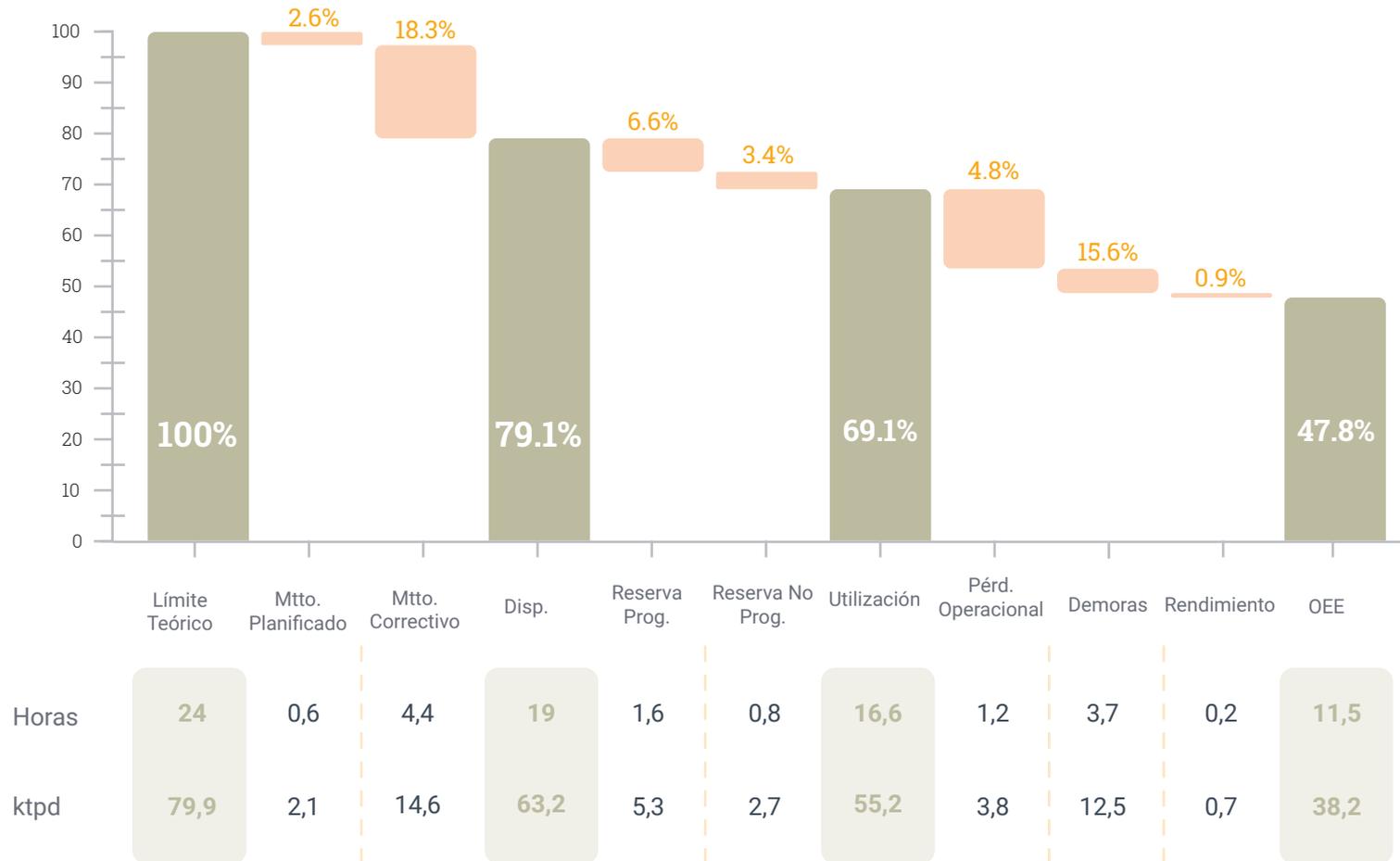
## ANÁLISIS OEE RAJO SUR – Transporte – enero 2020 - diciembre 2020



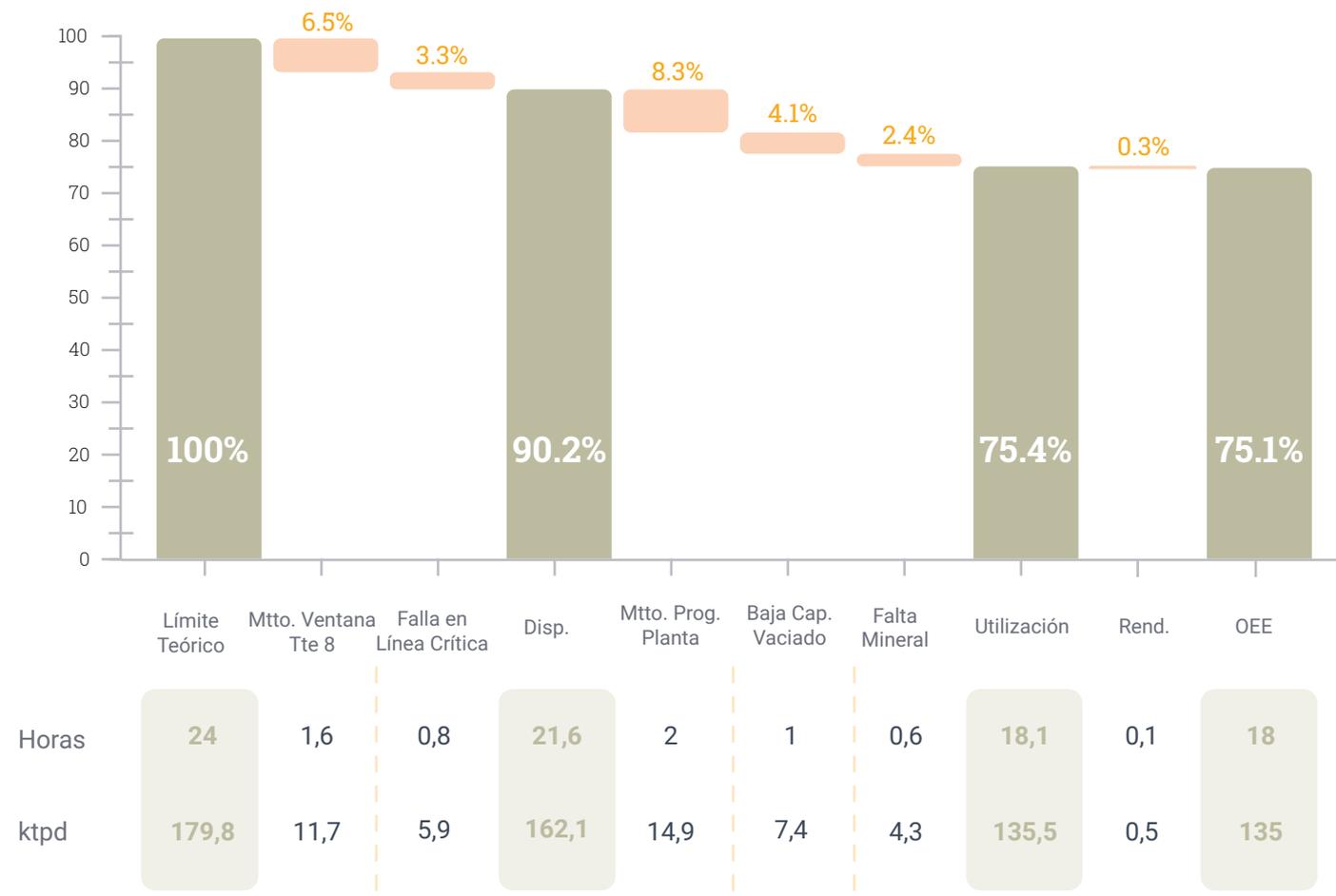
## ANÁLISIS OEE RAJO SUR – Chancado Primario – enero 2020 - diciembre 2020



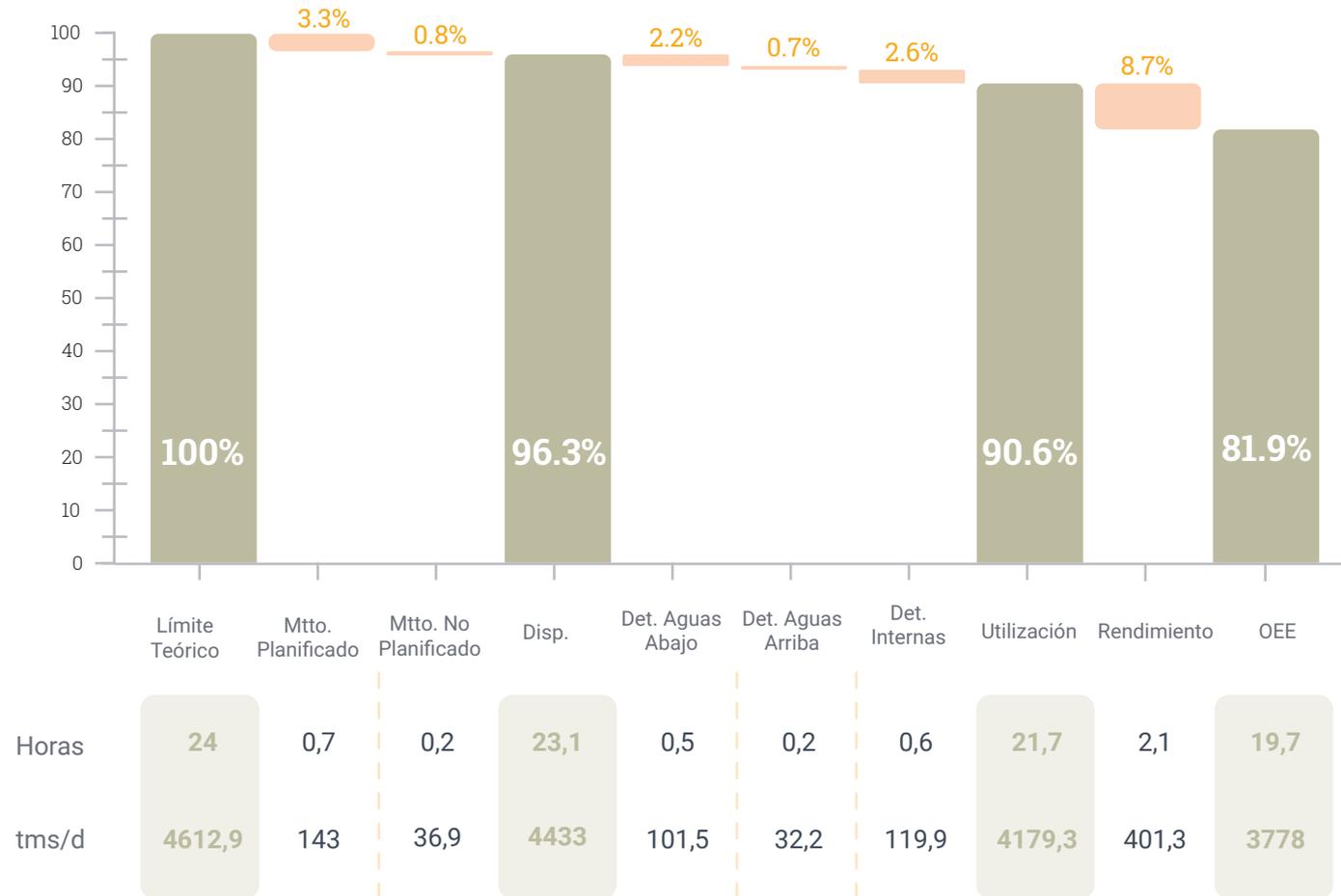
## ANÁLISIS OEE LHD ESMERALDA – Más Panel Esmeralda – enero 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE RAJO TTE 8 – enero 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE CONVERTIDOR – Teniente – enero 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE MOLDEO – enero 2020 - diciembre 2020



## ANÁLISIS OEE LIMPIEZA DE GASES





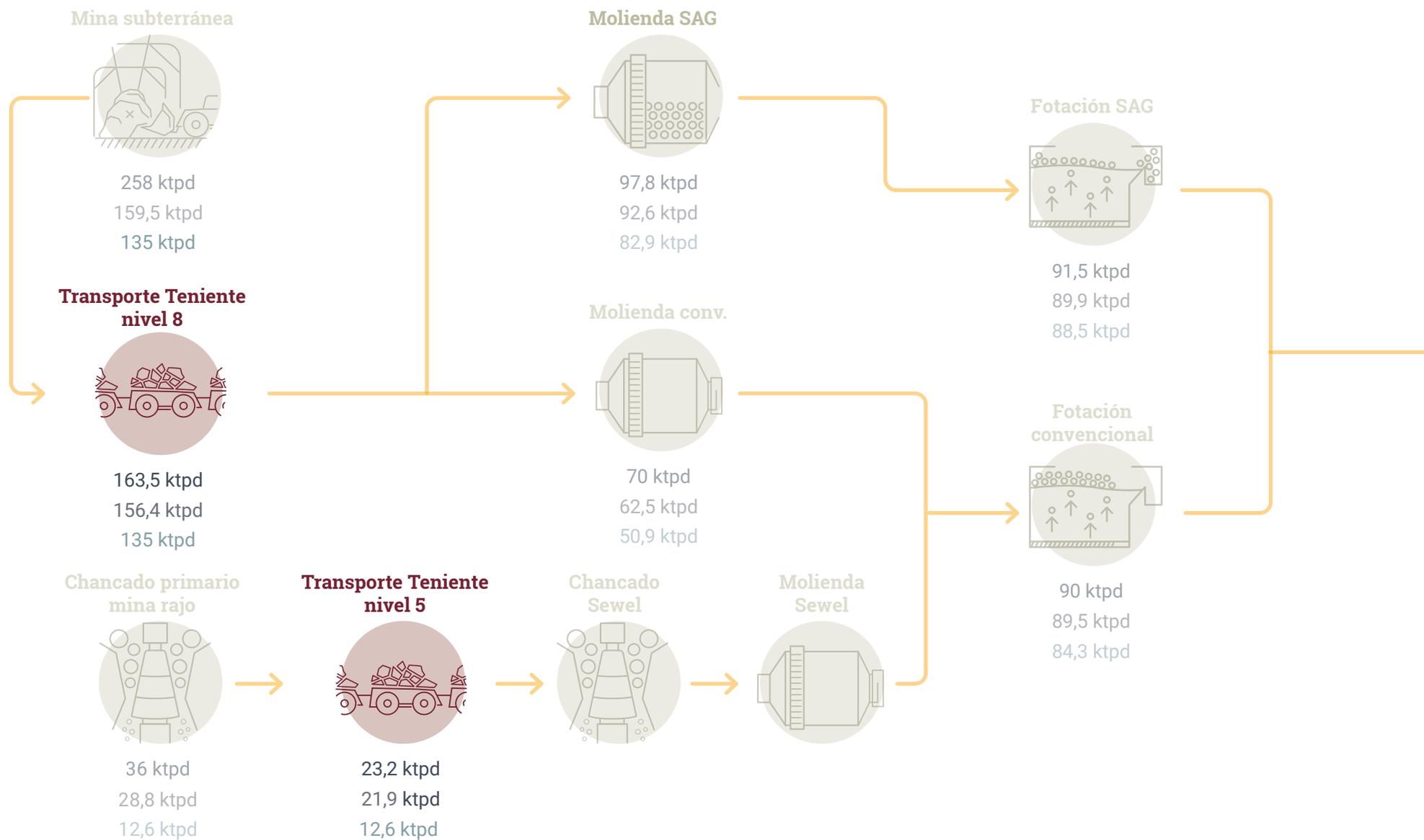


# Proceso cuello de botella

---

División El Teniente

## CUELLO DE BOTELLA – División El Teniente





- Cuello de botella
- Límite teórico
- Límite técnico
- Línea base 2020

## INTRODUCCIÓN



**Marco Antonio Cornejo Castro,**  
Director Excelencia Operacional,  
División Andina.

En busca del proceso de mejora continua en todos nuestros procesos, el desarrollo del *full potential* (indicadores y metas) en División Andina, involucró en este proyecto desde el primer momento a los equipos de la Gerencia de Minas, Gerencia de Planta, Gerencia de Mantenimiento Planta, Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo y Dirección de Excelencia Operacionales.

Para la etapa de estimación contamos con la mayoría de los supervisores y el diseño de palancas tuvo la participación de operadores (as) y mantenedores (as) lo que nos permitió una recopilación de información y análisis con altos estándares de calidad.

Tras su diseño logramos cerrar el proceso con el gerente general y gerente de operaciones quienes han entregado todo su apoyo a esta tarea y a las prácticas del Sistema de Gestión C+-

Gracias al trabajo realizado hoy podemos visualizar de manera analítica la meta a la cual es posible llevar nuestros activos (límite técnico), lo que nos permite entregar claridad a supervisores (as) y trabajadores (as) de nuestro centro de trabajo, con respecto a las aspiraciones en cada una de nuestras áreas productivas

Avanzar bajo esta metodología nos permite desafiar a nuestros equipos y encontrar oportunidades de mejora en cada uno de nuestros procesos a través de la identificación de metas y brechas respecto de nuestra operación actual.

Bajo esta premisa, este 2021 nuestro mayor desafío es lograr sostener los resultados del año 2020 en cada uno de nuestros procesos, cumplir la meta de tratamiento meta del año (86 ktpd) y tener un proceso de madurez C+ enfocado en la implementación del CN5 (Caso Nota 5) y en el inicio del camino para la certificación del proceso Shingo.





**\_DIVISIÓN ANDINA**

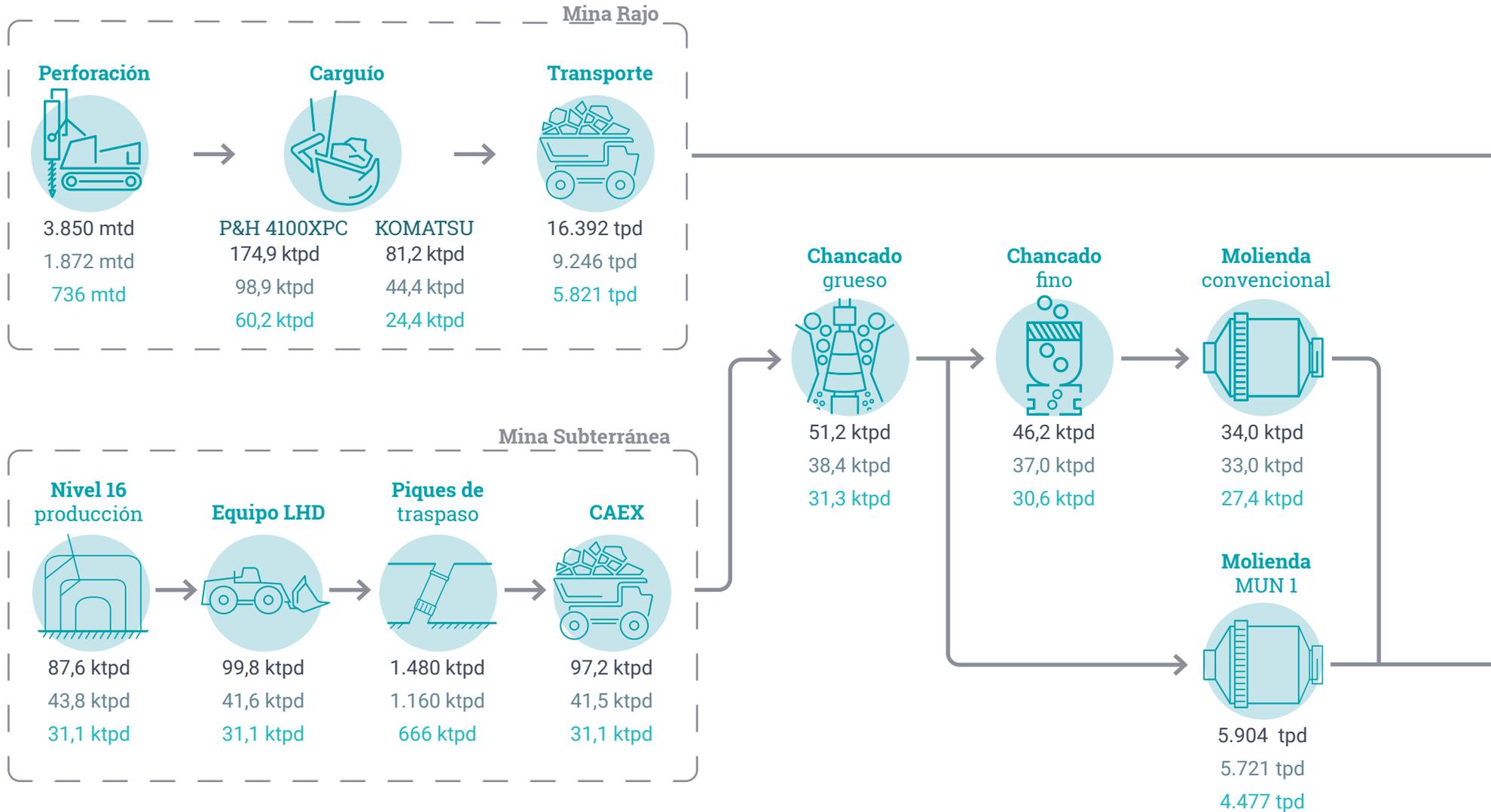


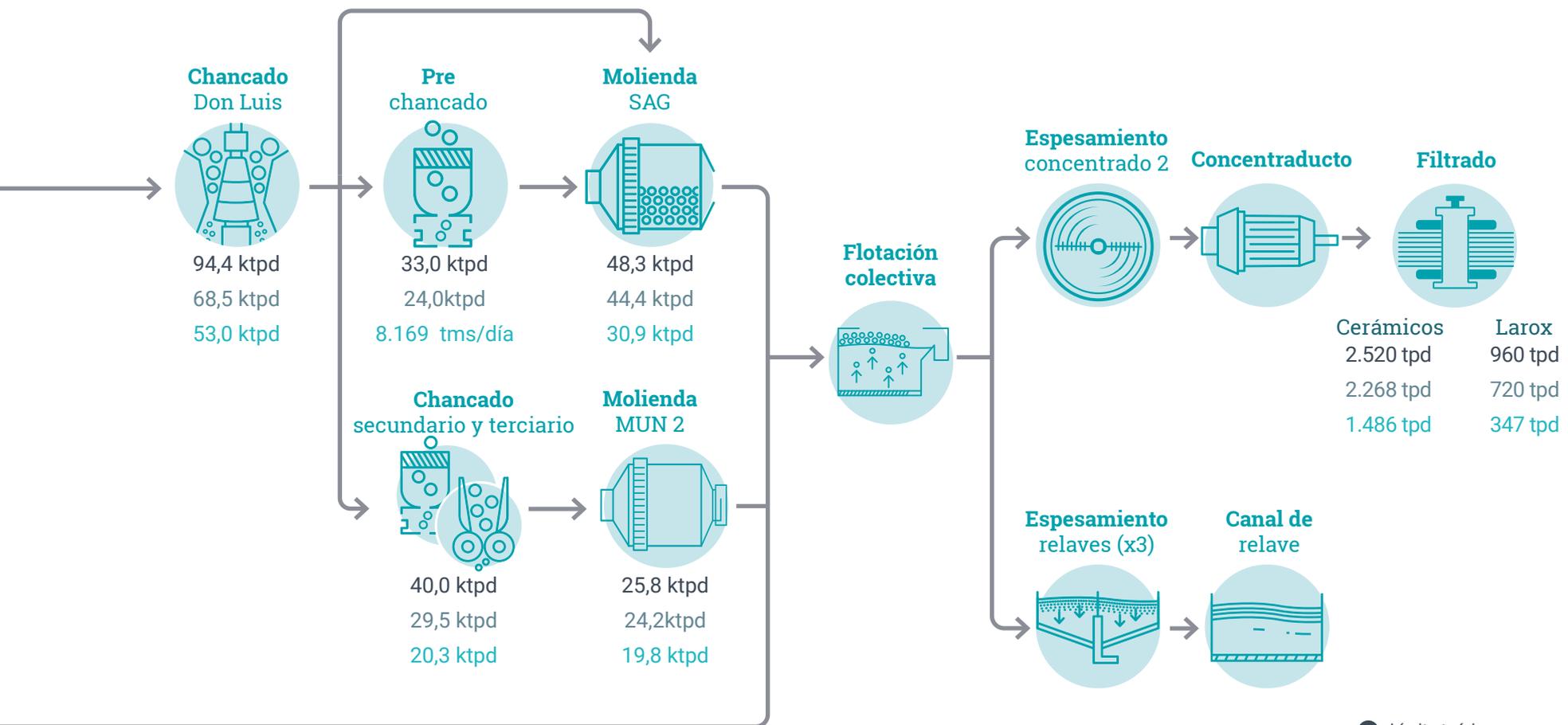
# Diagrama de flujo de procesos

---

División Andina

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Andina





- Límite teórico
- Límite técnico
- Línea base 2020 (nov 19 - octubre20)

Nota: procesamiento en base seca



## LÍMITES DE DISEÑO Y TÉCNICOS

### Fase Mina Rajo - Carguío

---

#### Fuentes utilizadas

- Se utiliza data histórica y de diseño para el calculo de los limites técnicos y teóricos del proceso de CARGUÍO. La data se encuentra en la plataforma Dispatch
- Se utiliza data histórica y de diseño para el calculo de los limites técnicos y teóricos en el TRANSPORTE (CAEX). La data se encuentra en la plataforma Dispatch

#### Criterios considerados

- 1-. CARGUÍO: se utiliza criterios de diseño de capacidad de carguío y rendimiento programado e históricos mediante ana
- 2-. TRANSPORTE: se utiliza benchmark de disponibilidad y utilización, y percentil 90 para el calculo de perdidas por rendimiento

#### Línea base de cálculos

Tanto CARGUÍO como TRANSPORTE consideran como linea base la data recopilada de enero – noviembre 2020

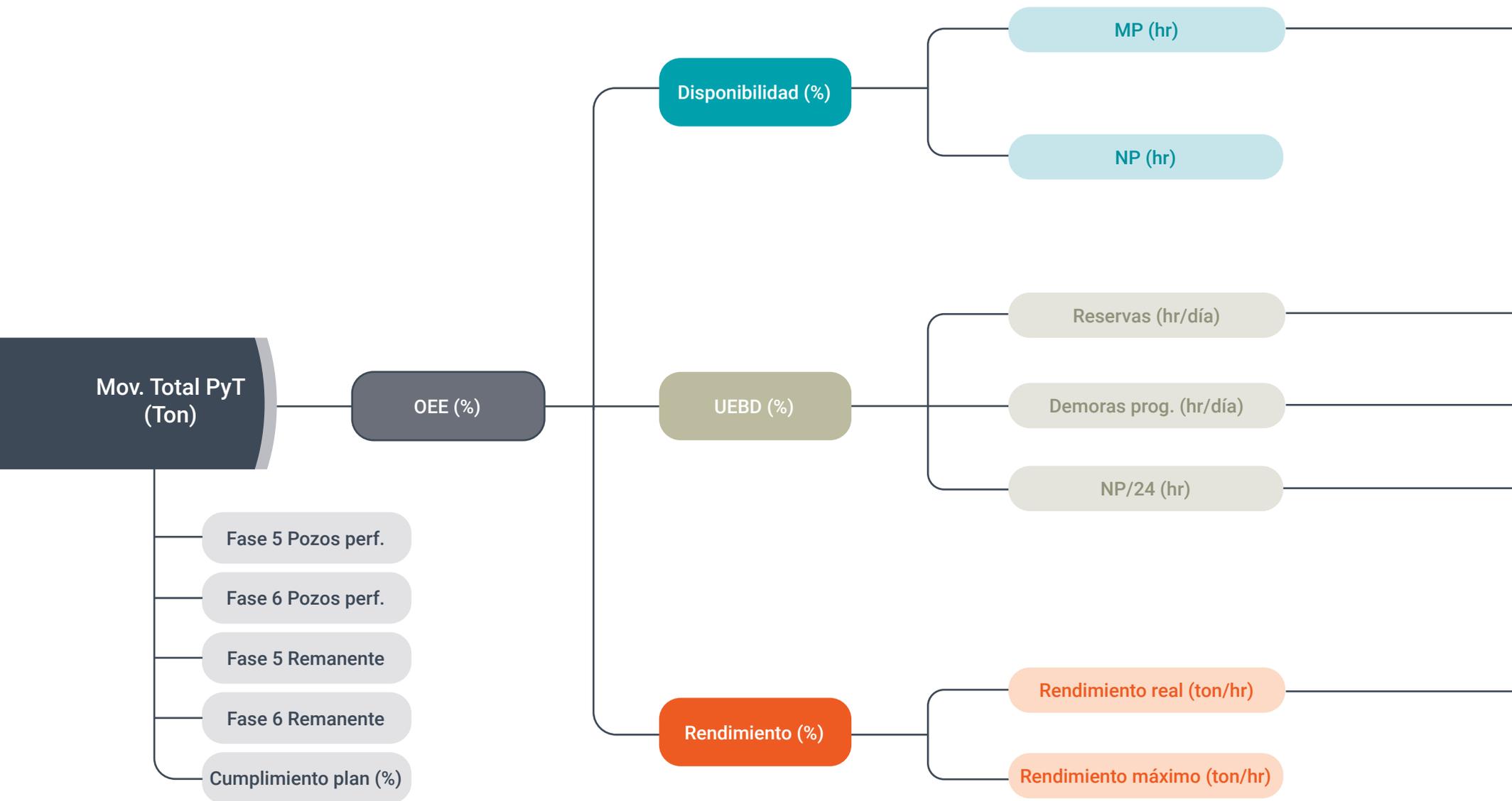


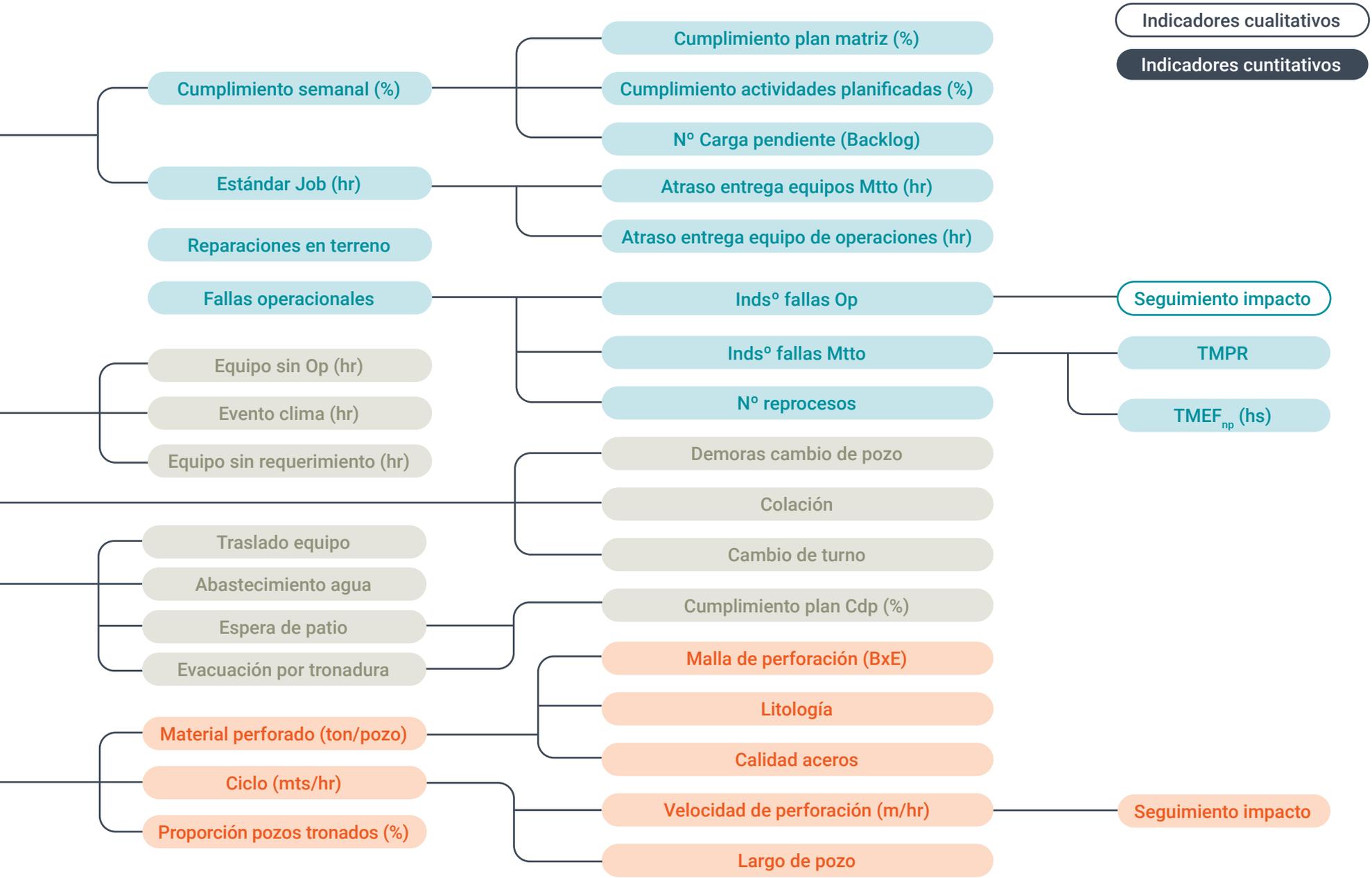
# Árbol KPI

---

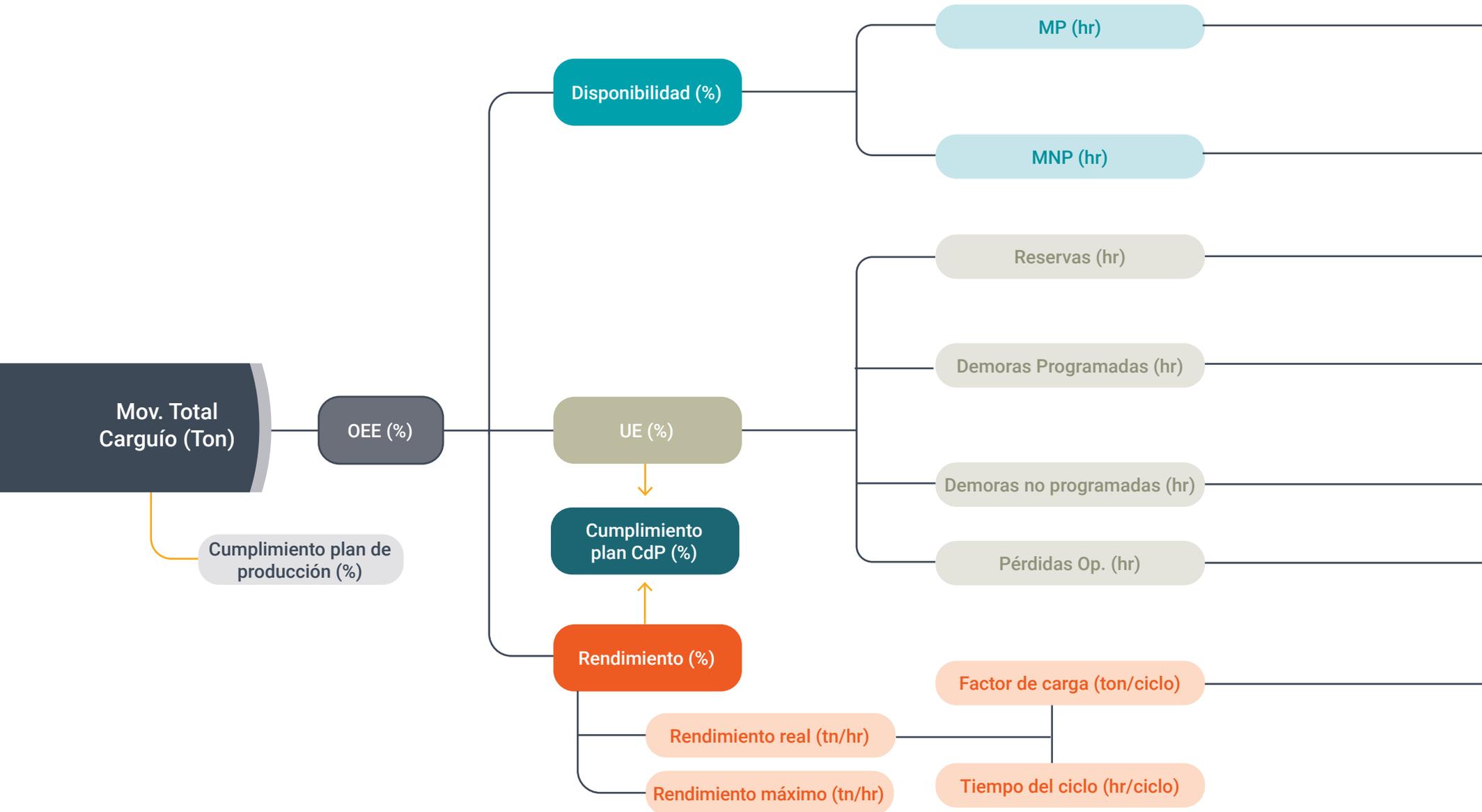
División Andina

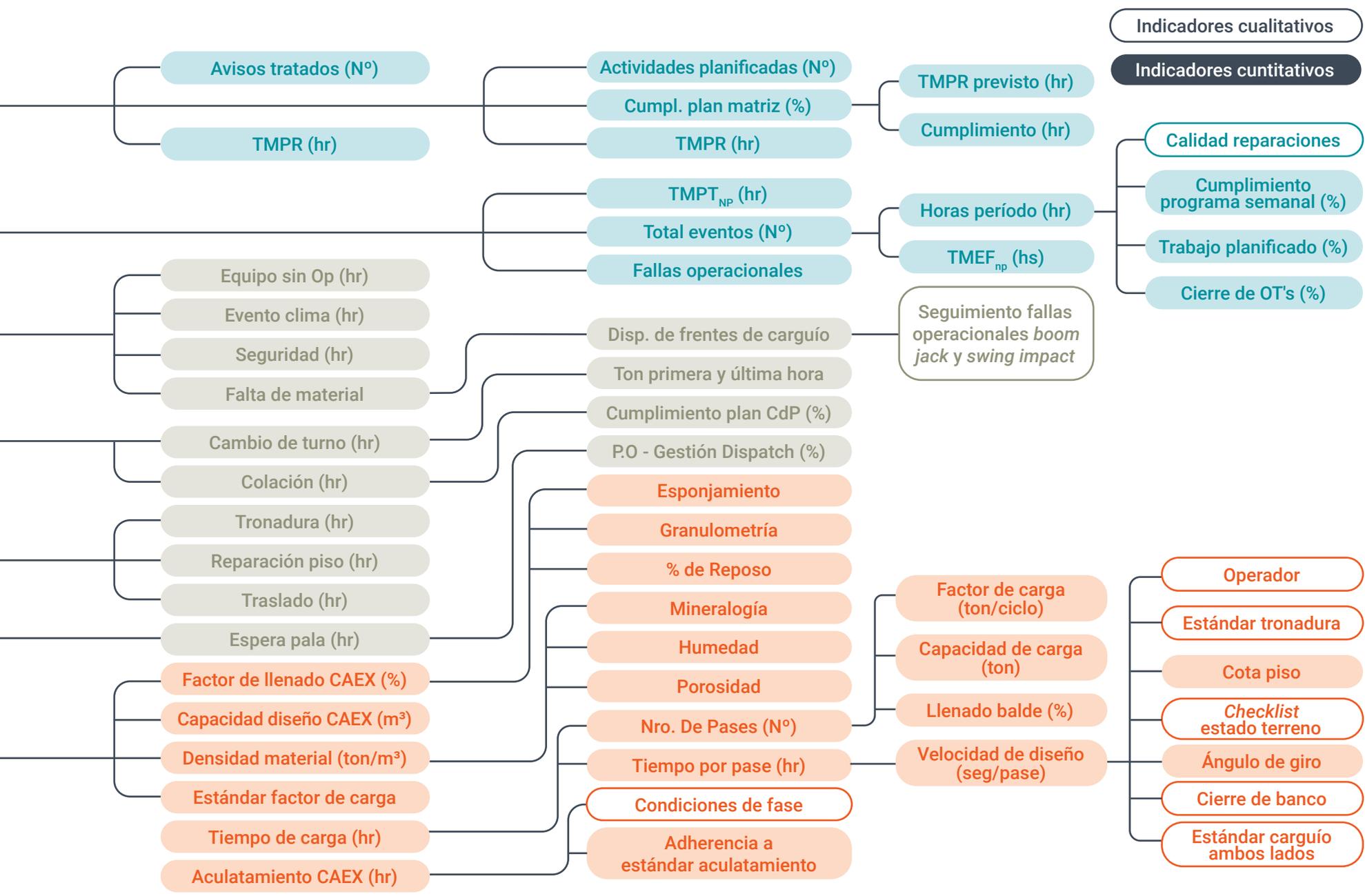
## PROCESOS – FASE MINA RAJO – Perforación y tronadura



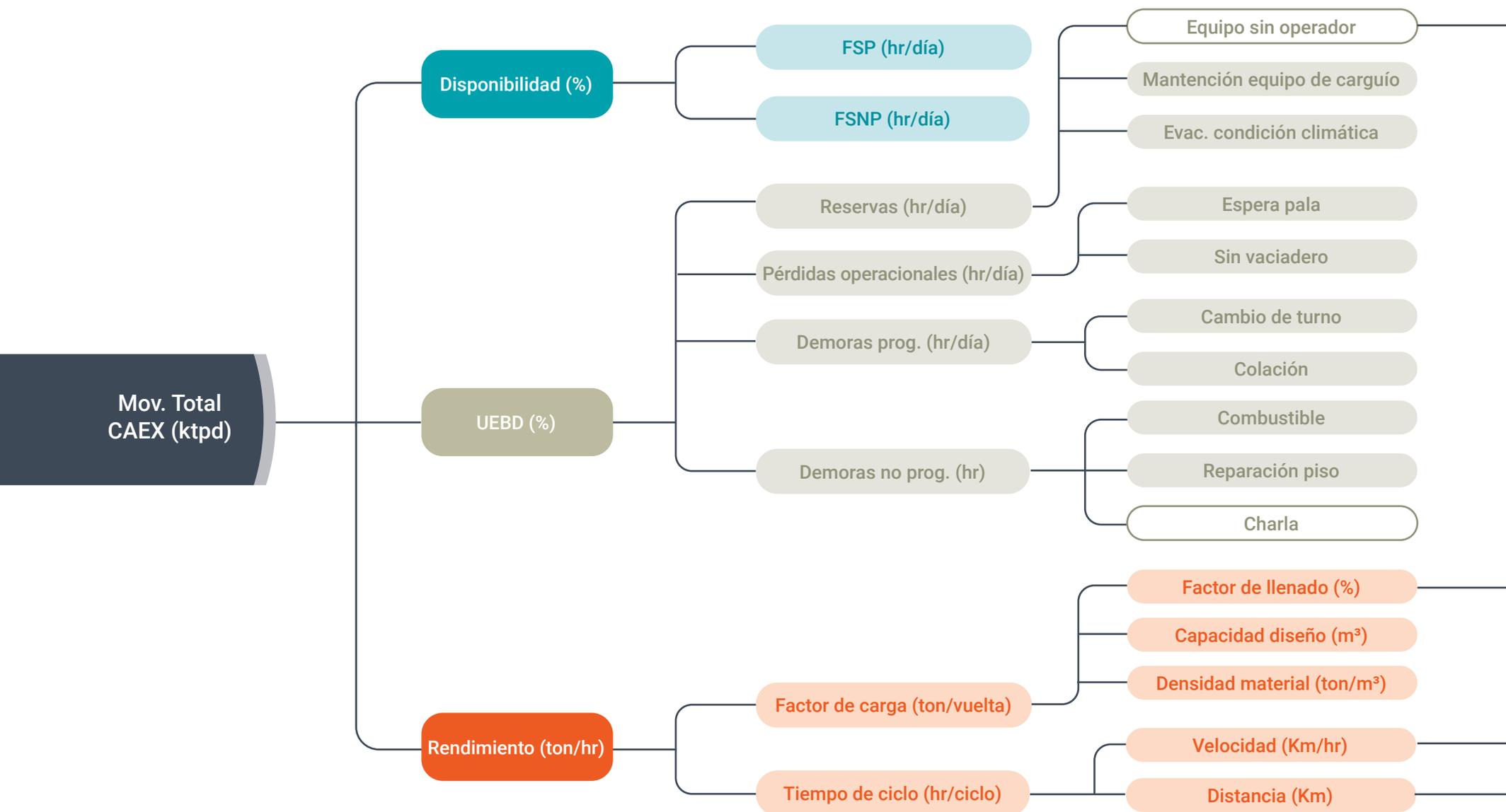


## PROCESOS – FASE MINA RAJO – Carguío



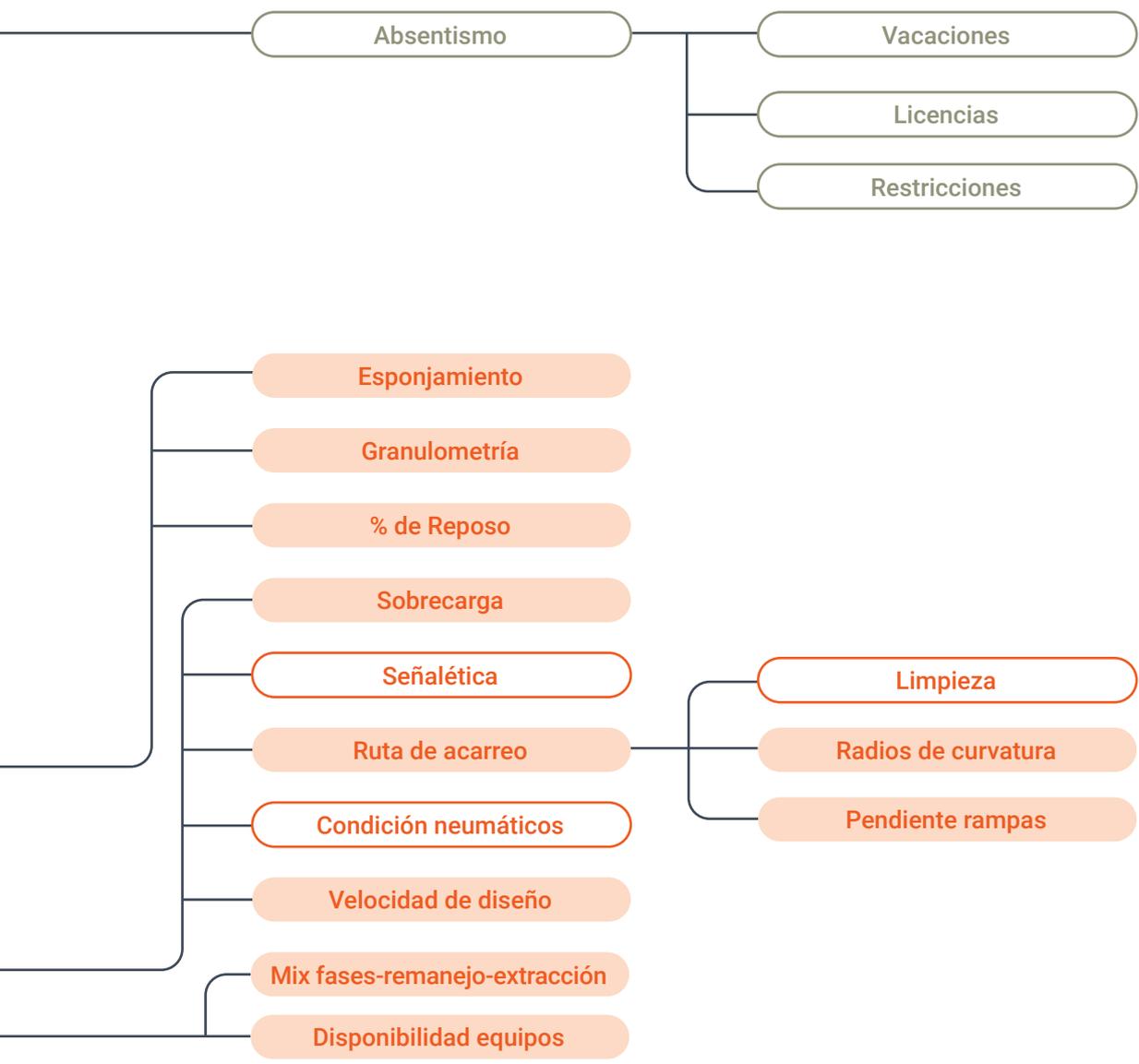


## PROCESOS – FASE MINA RAJO – Transporte

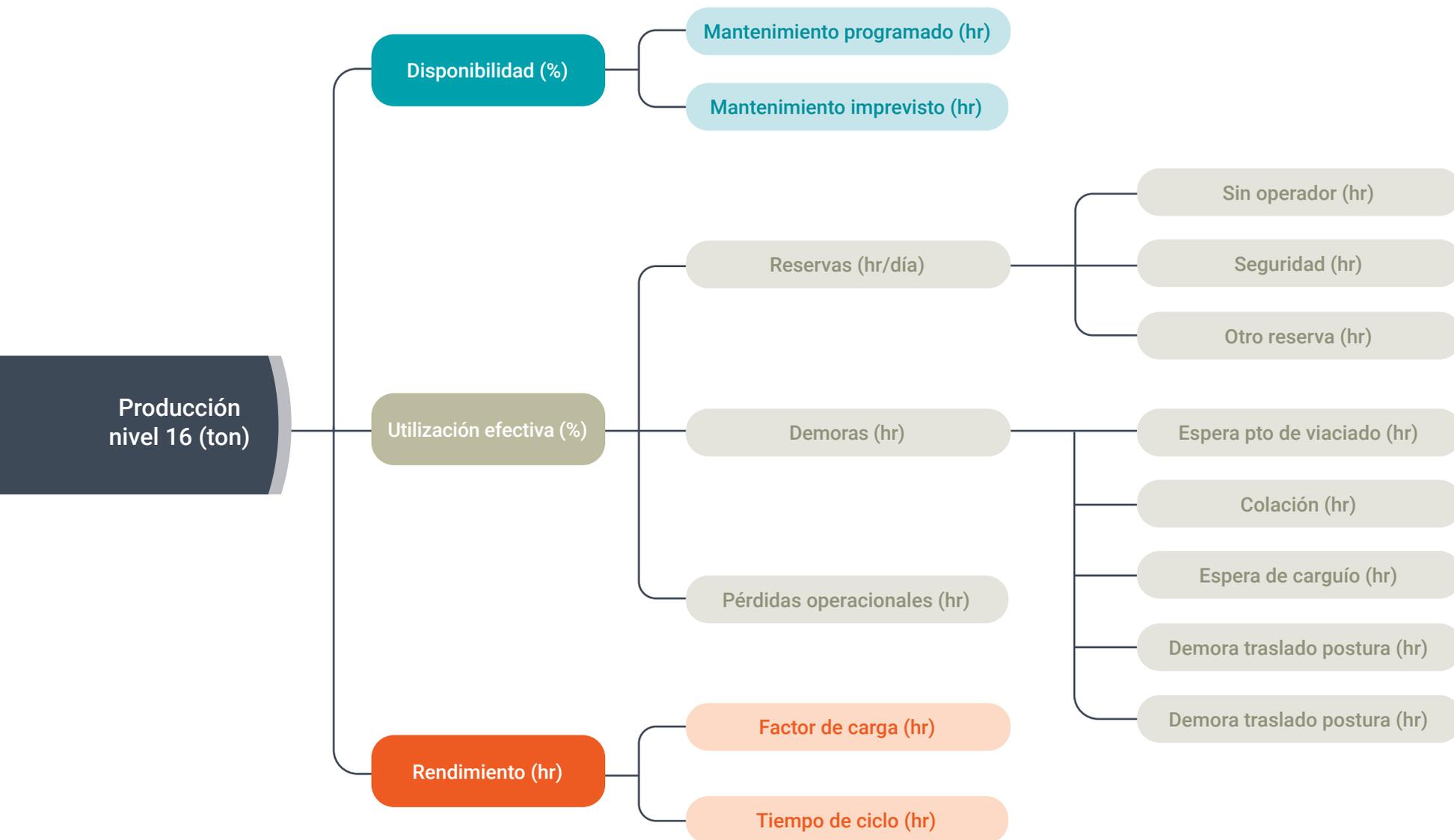


Indicadores cualitativos

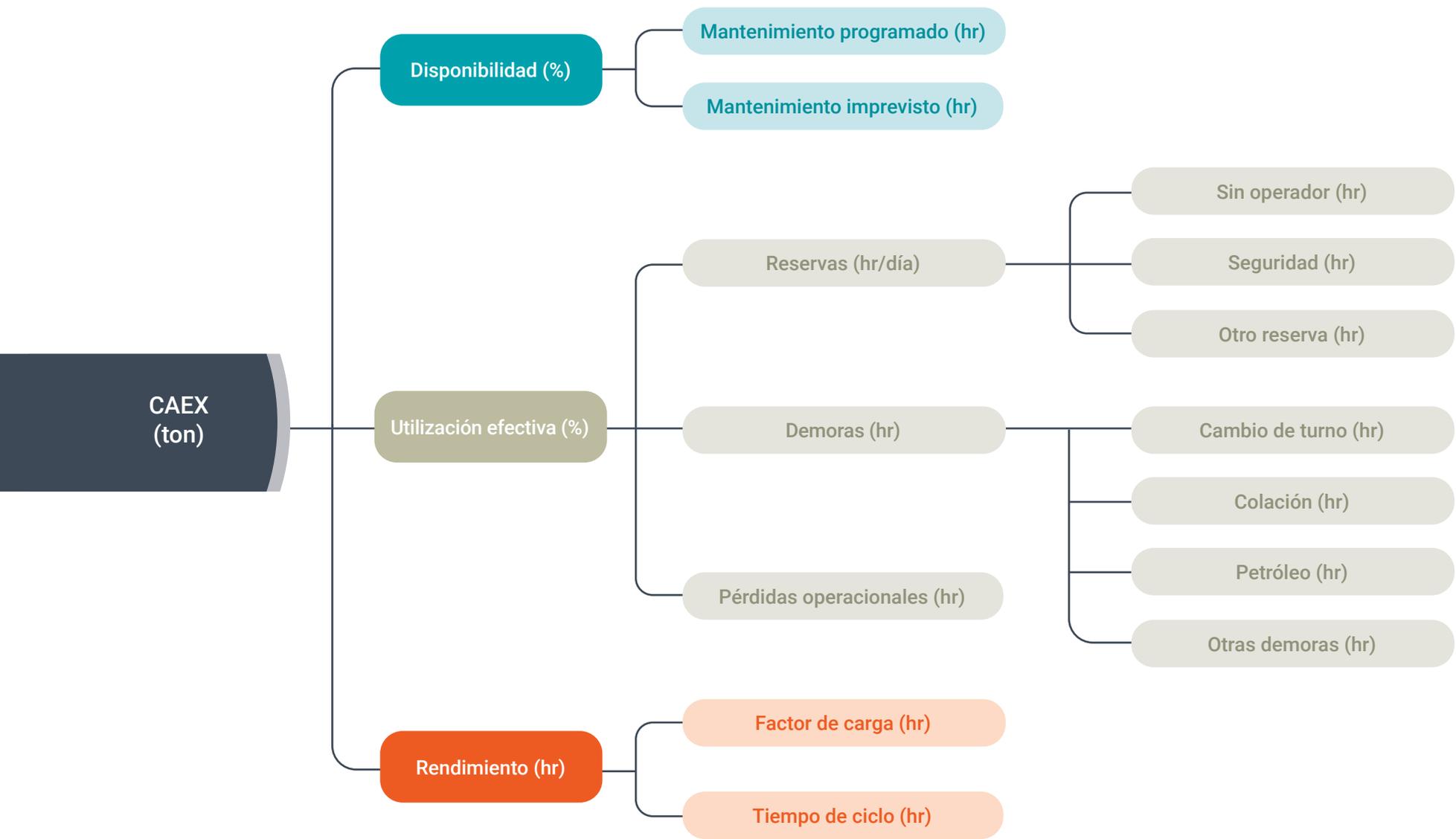
Indicadores cunntitativos



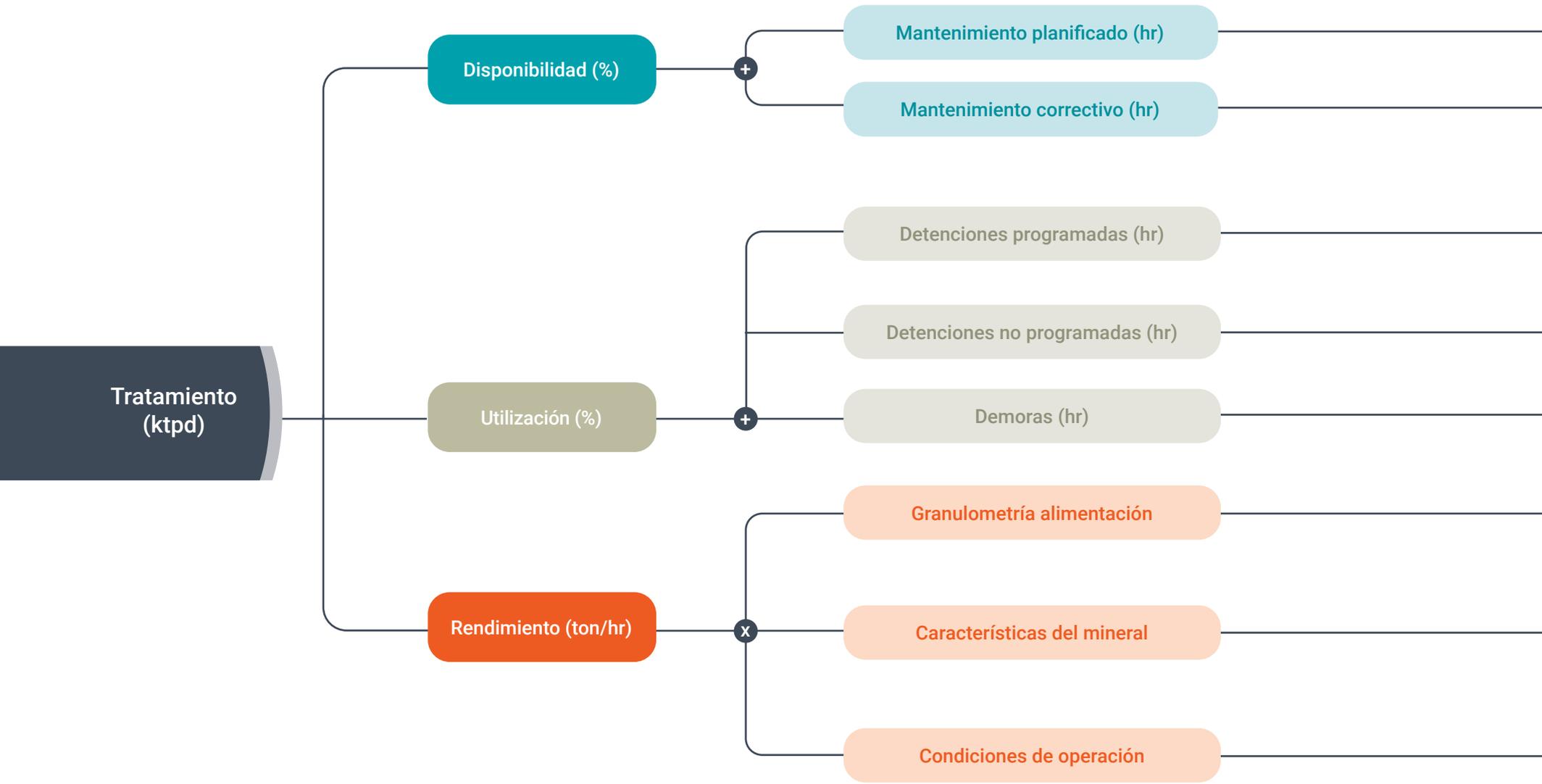
## PROCESOS – FASE MINA SUBTERRÁNEA – LHD

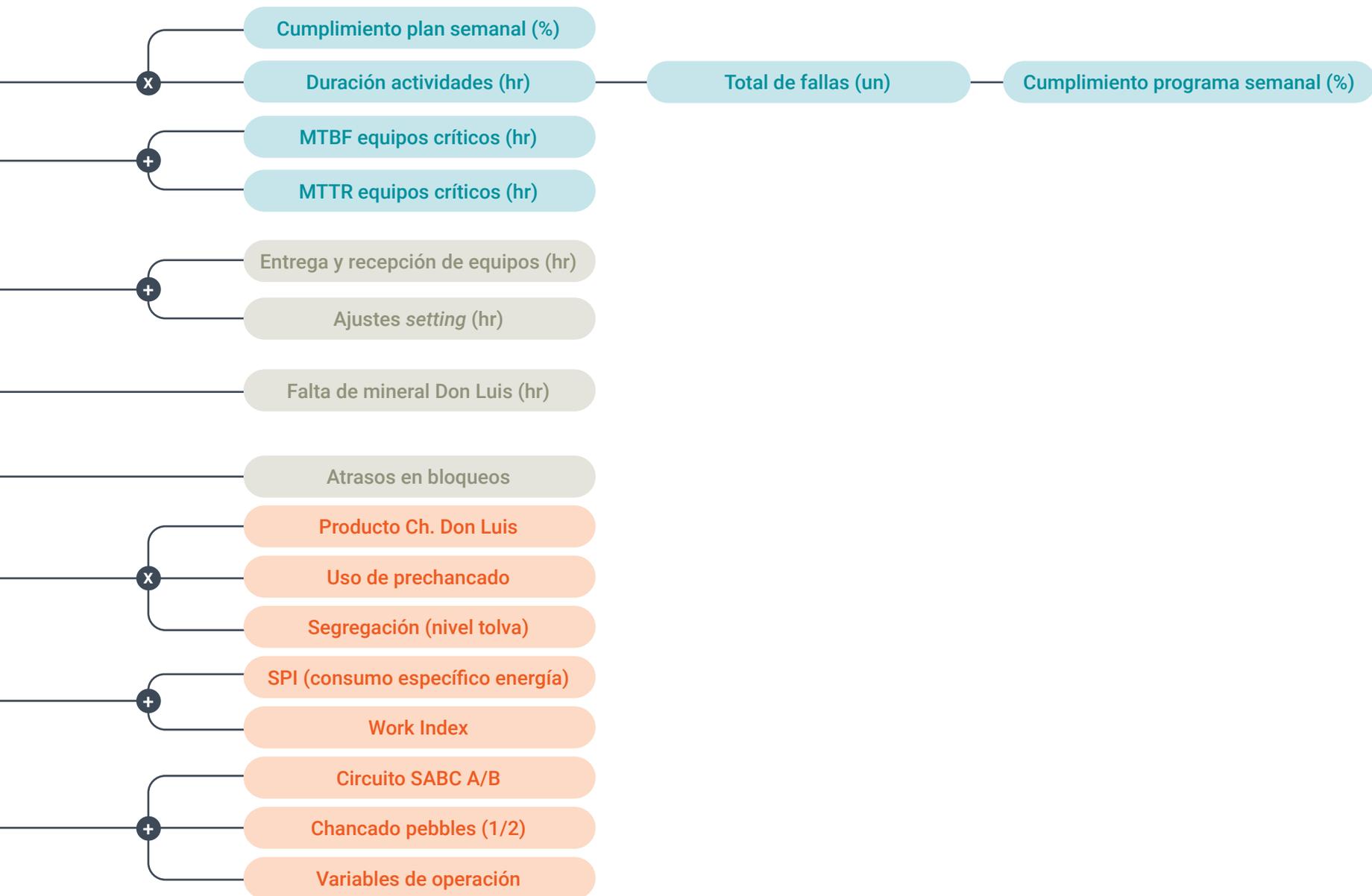


## ÁRBOL KPI – FASE MINA SUBTERRÁNEA – CAEX

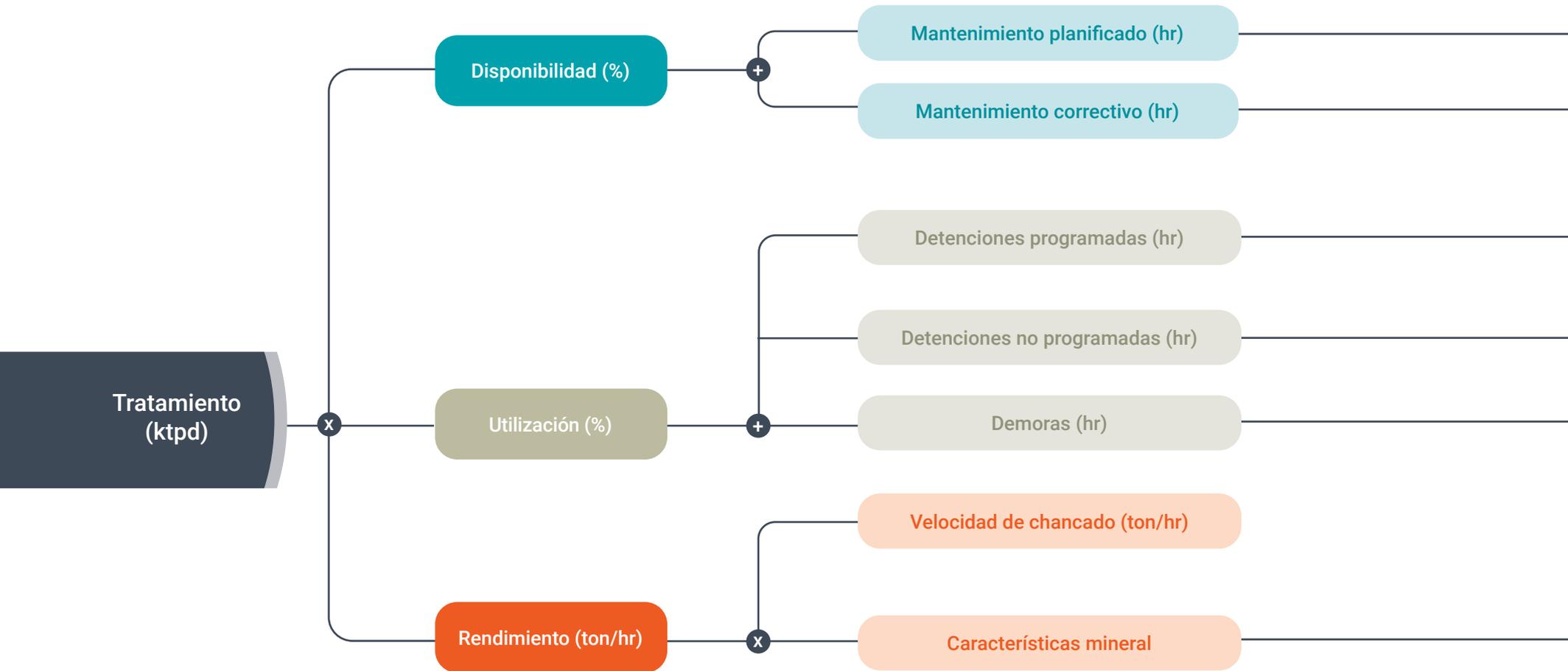


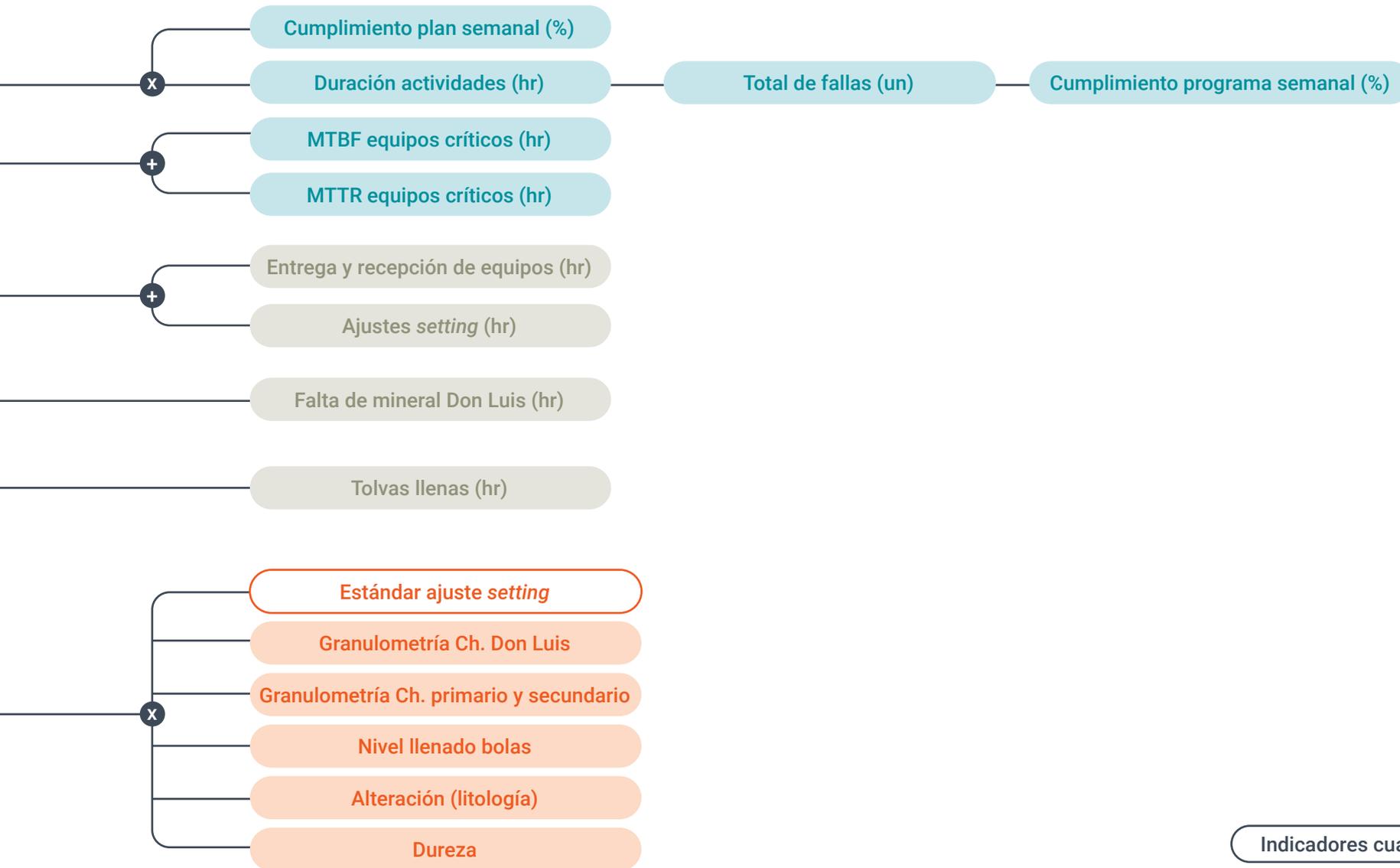
## ÁRBOL KPI – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Molienda SAG





## ÁRBOL KPI – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Molienda unitaria II

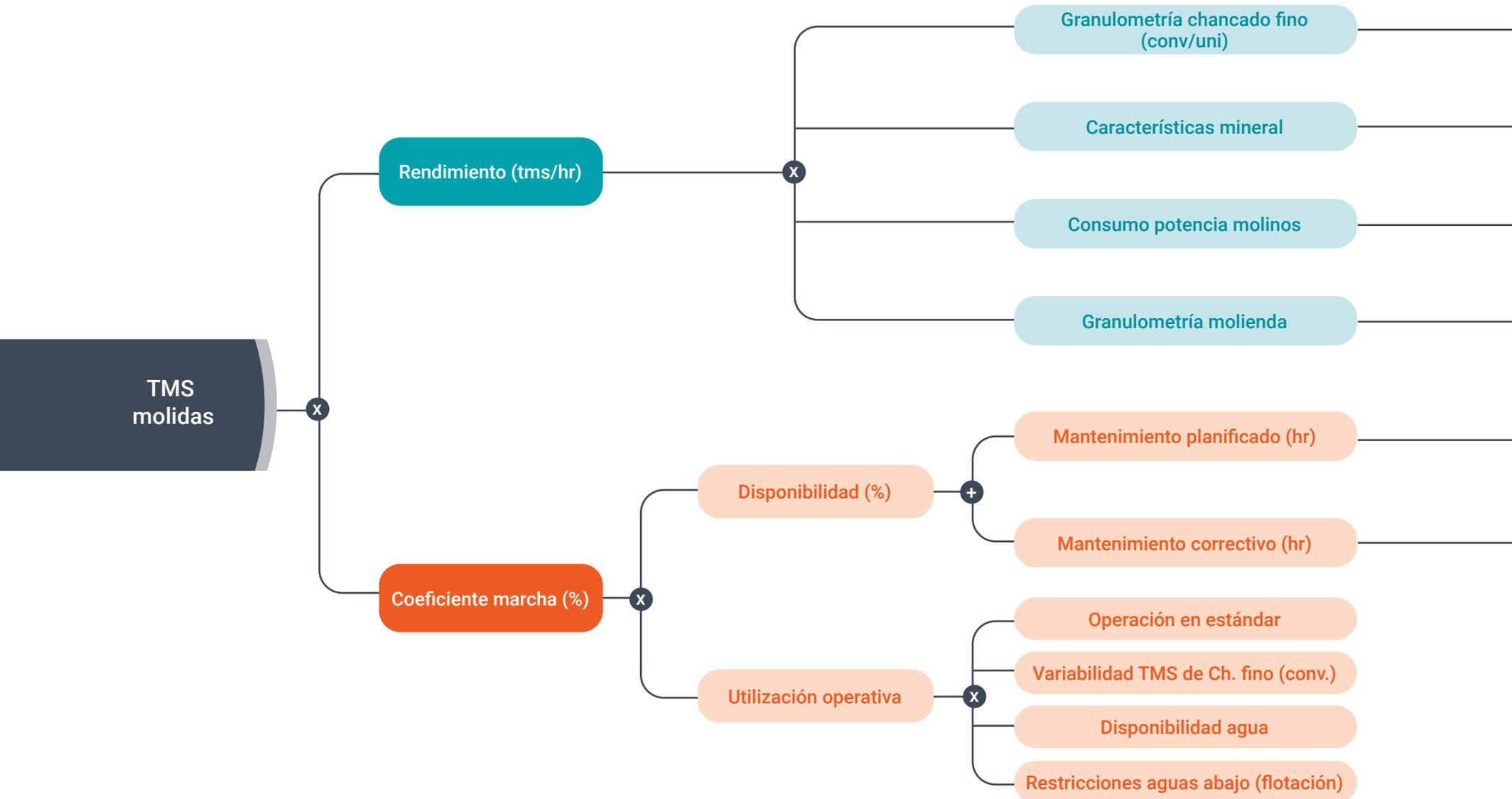




Indicadores cualitativos

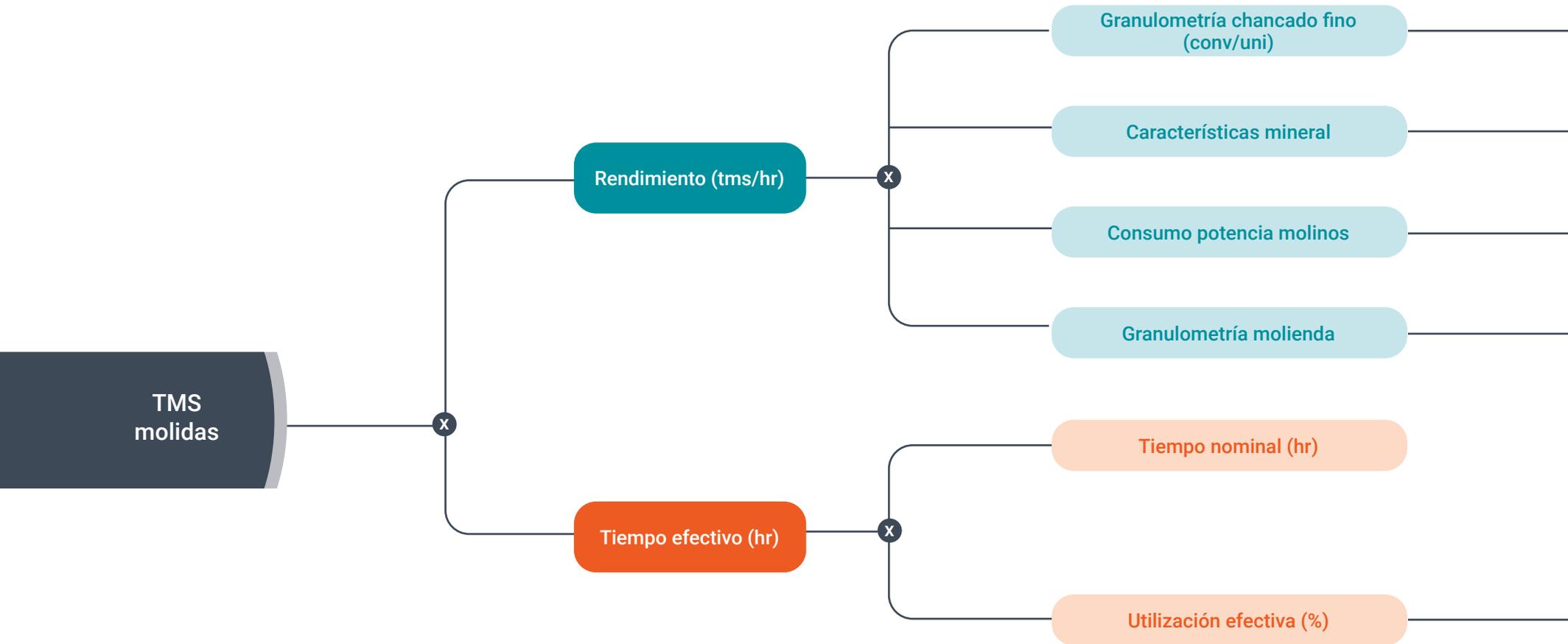
Indicadores cuntitativos

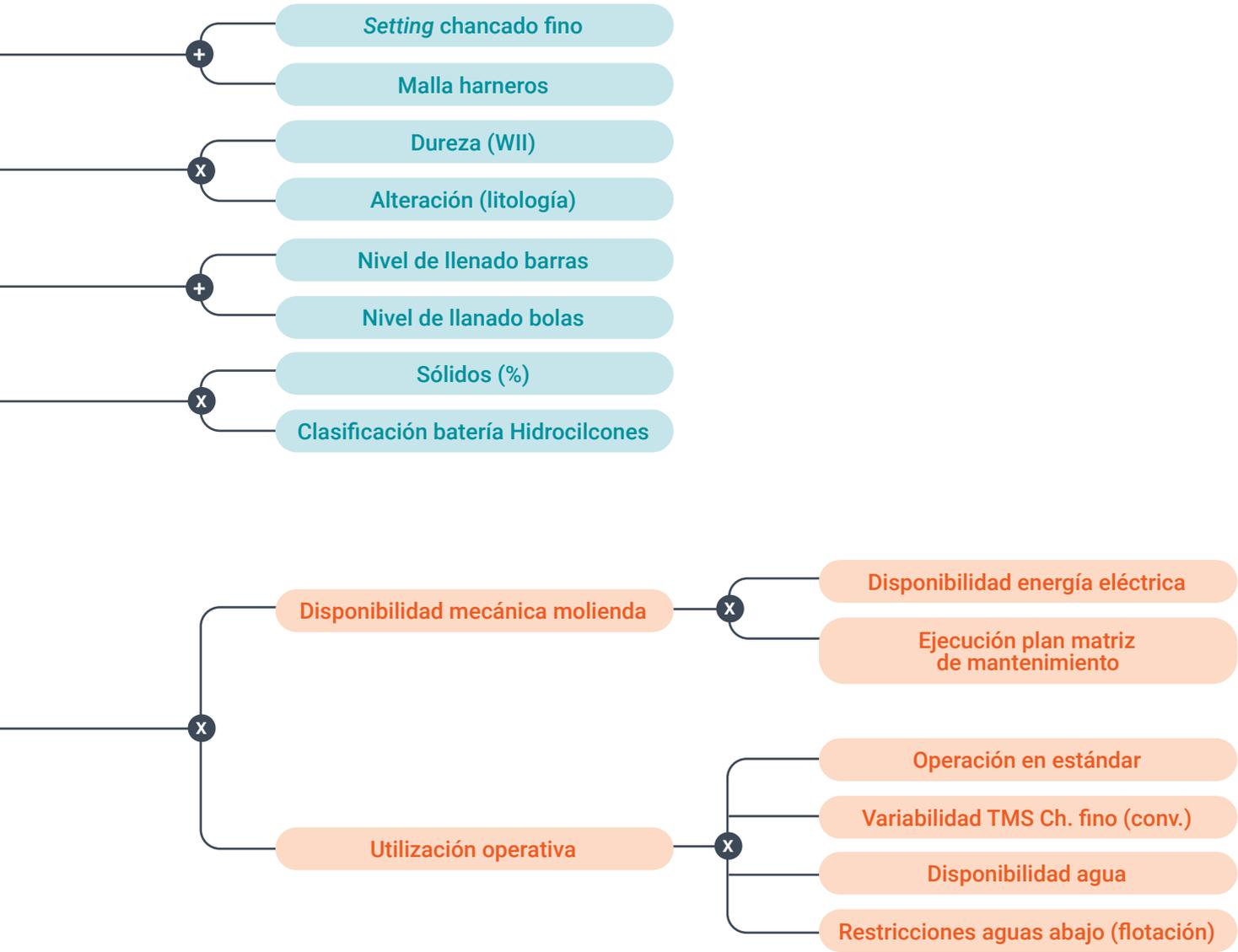
## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Molienda convencional



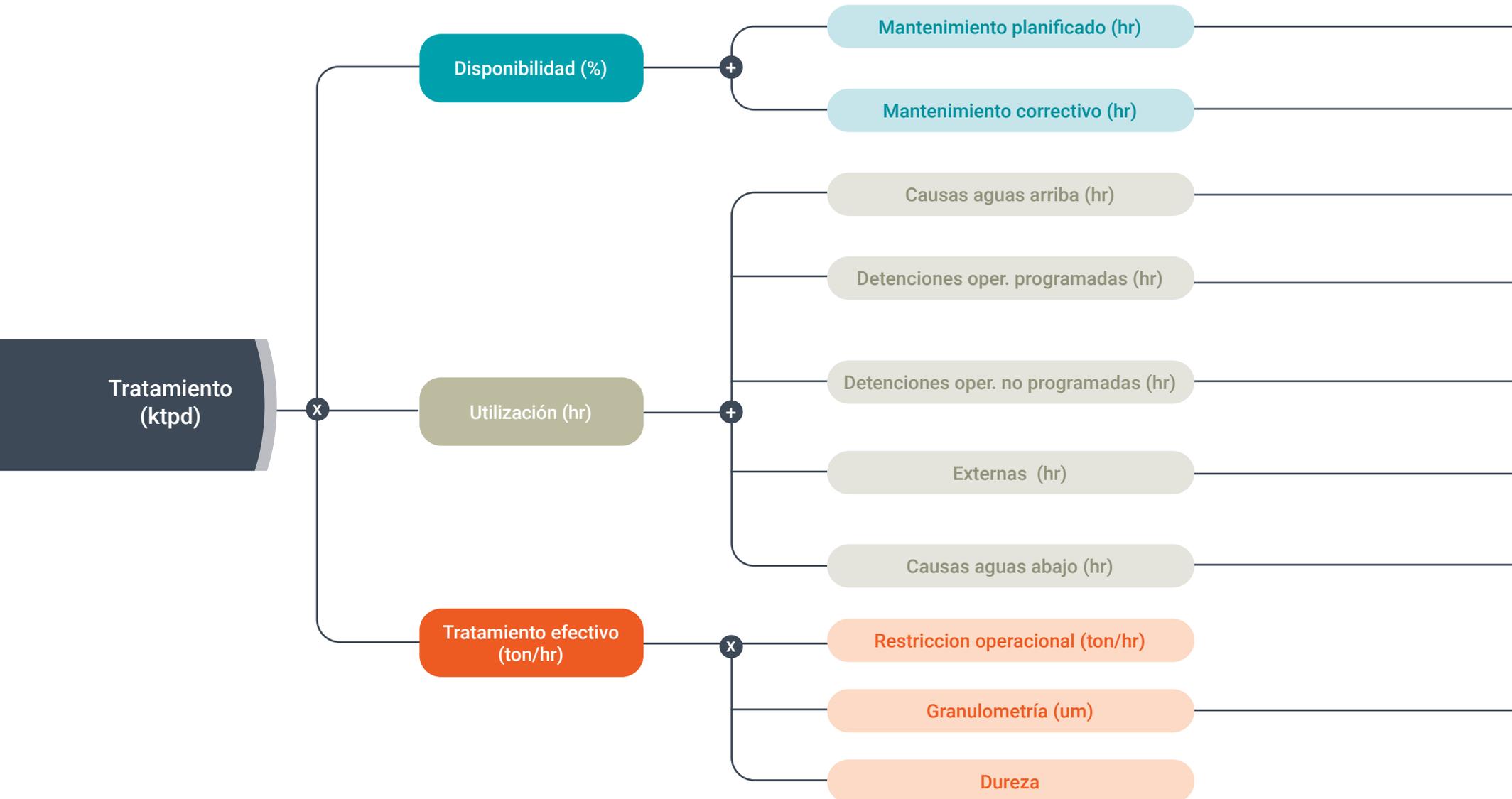


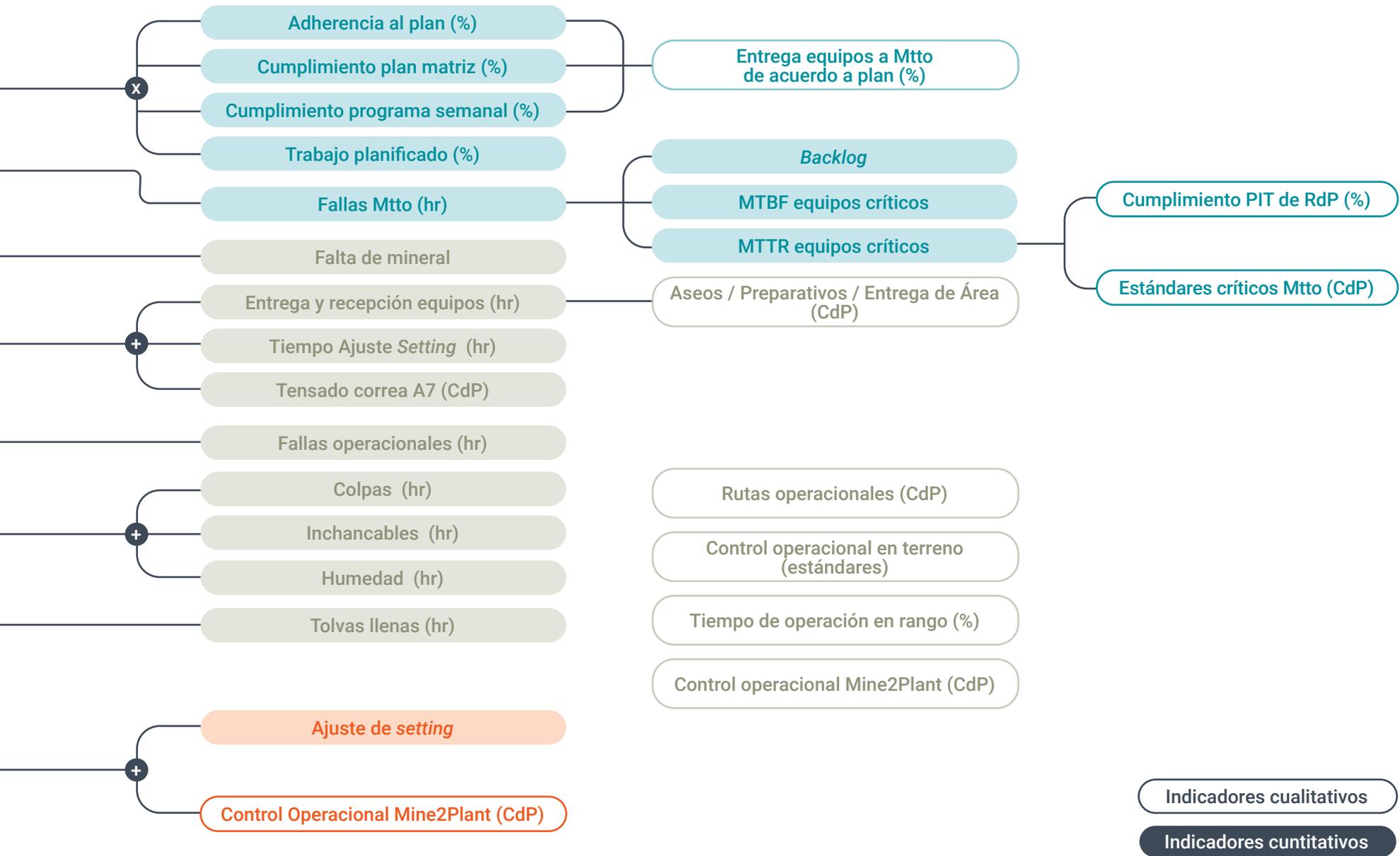
## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Molino unitario 1



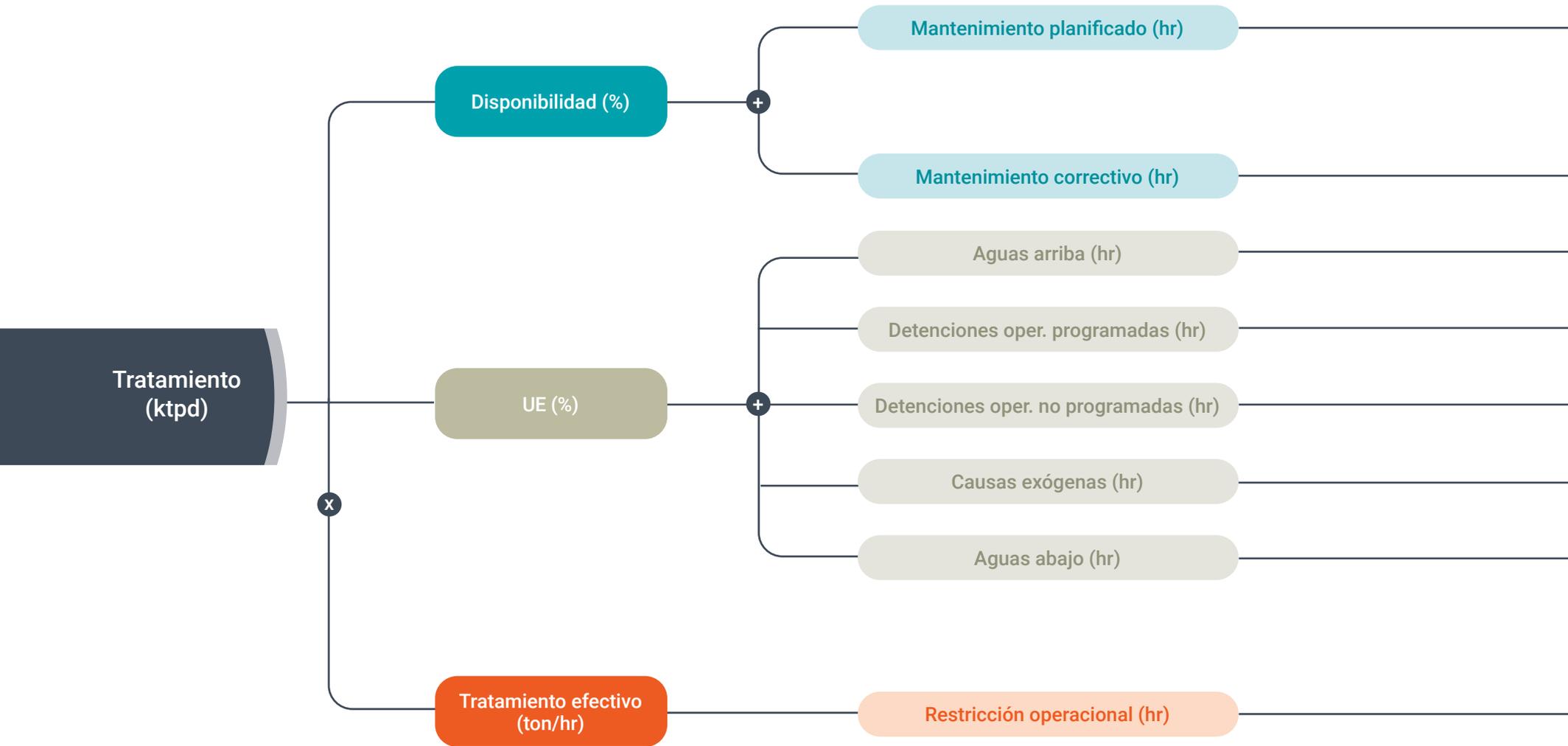


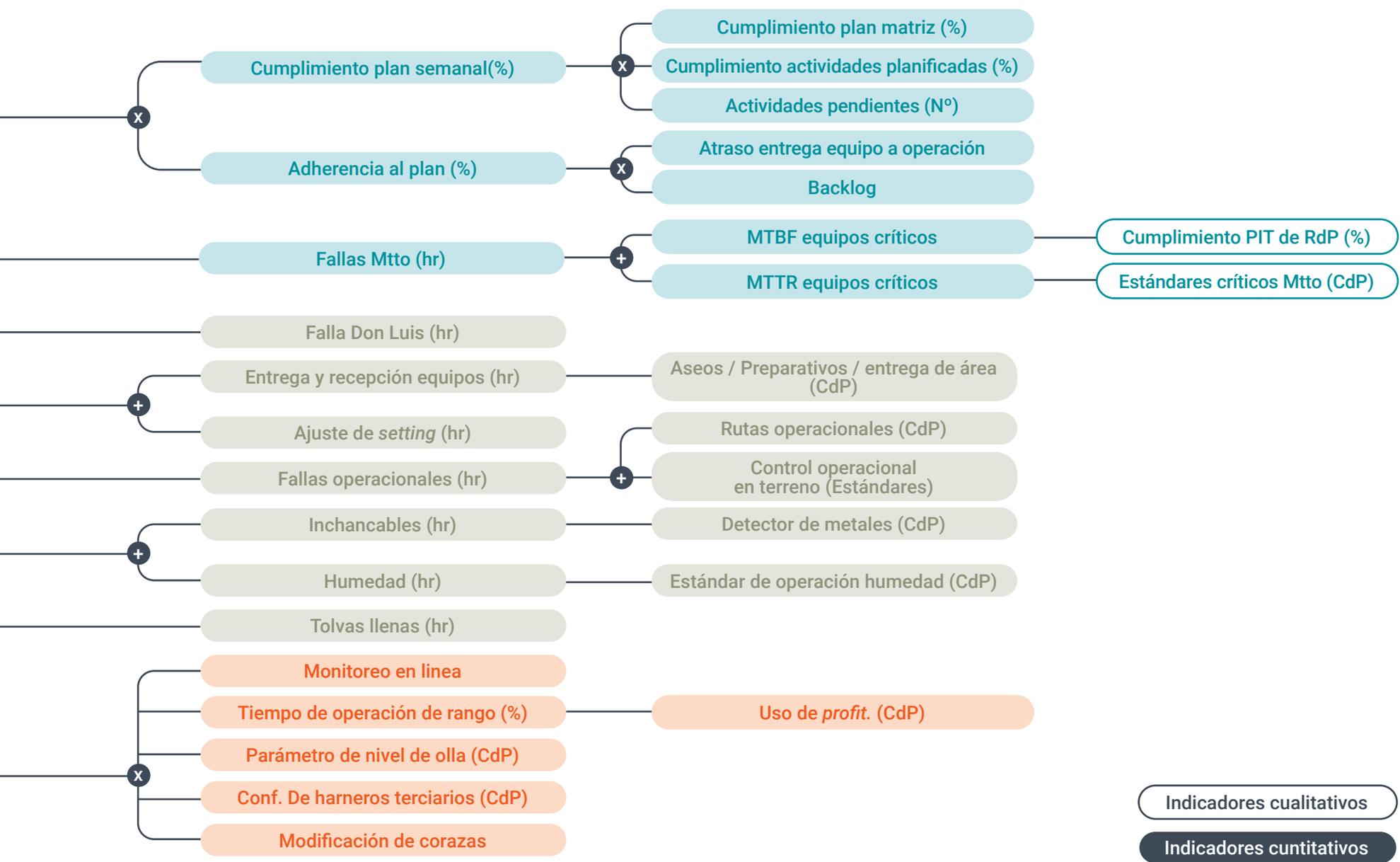
## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Chancado Don Luis



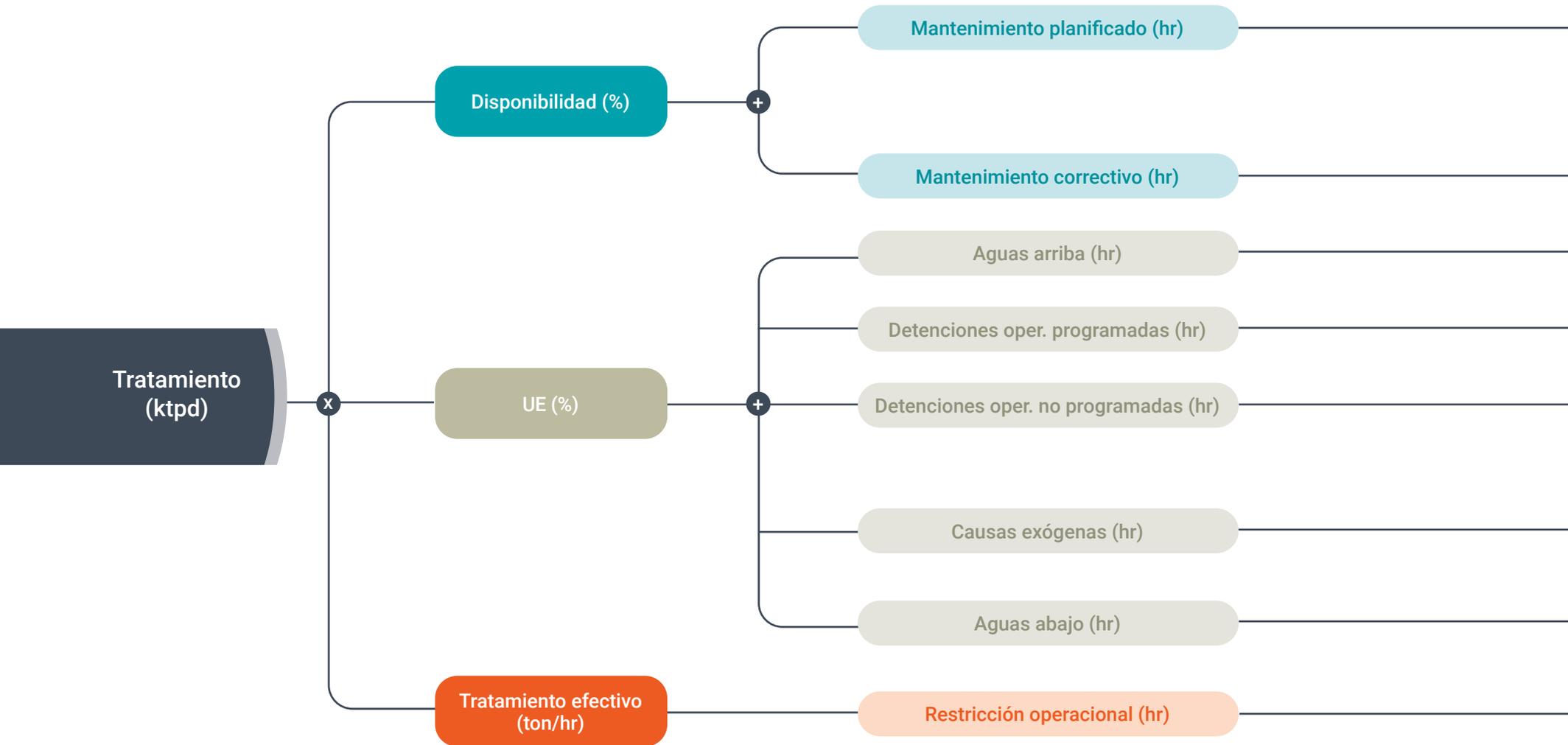


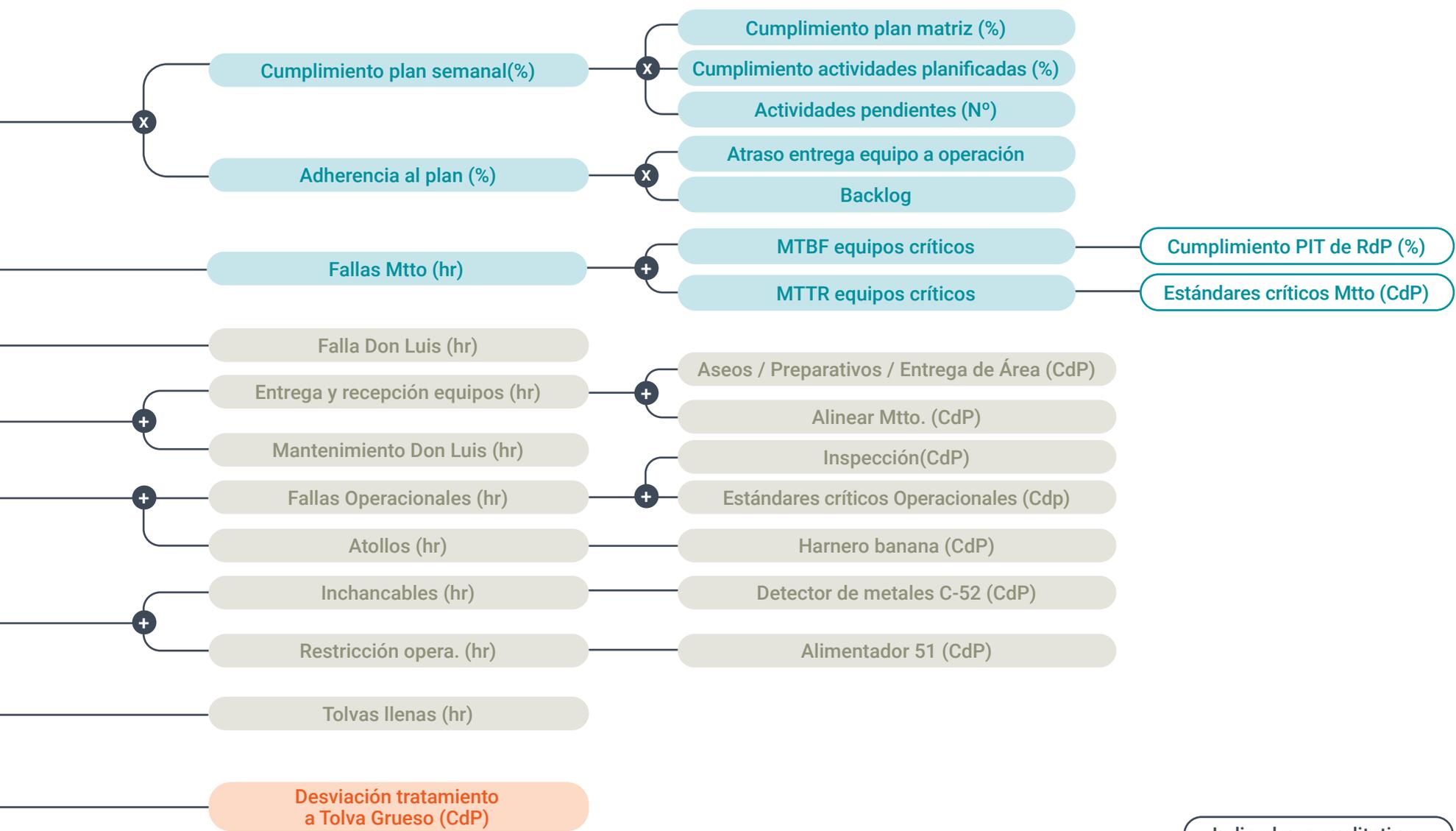
## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – secundario y terciario a Unitaria II





## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Pre Chancado

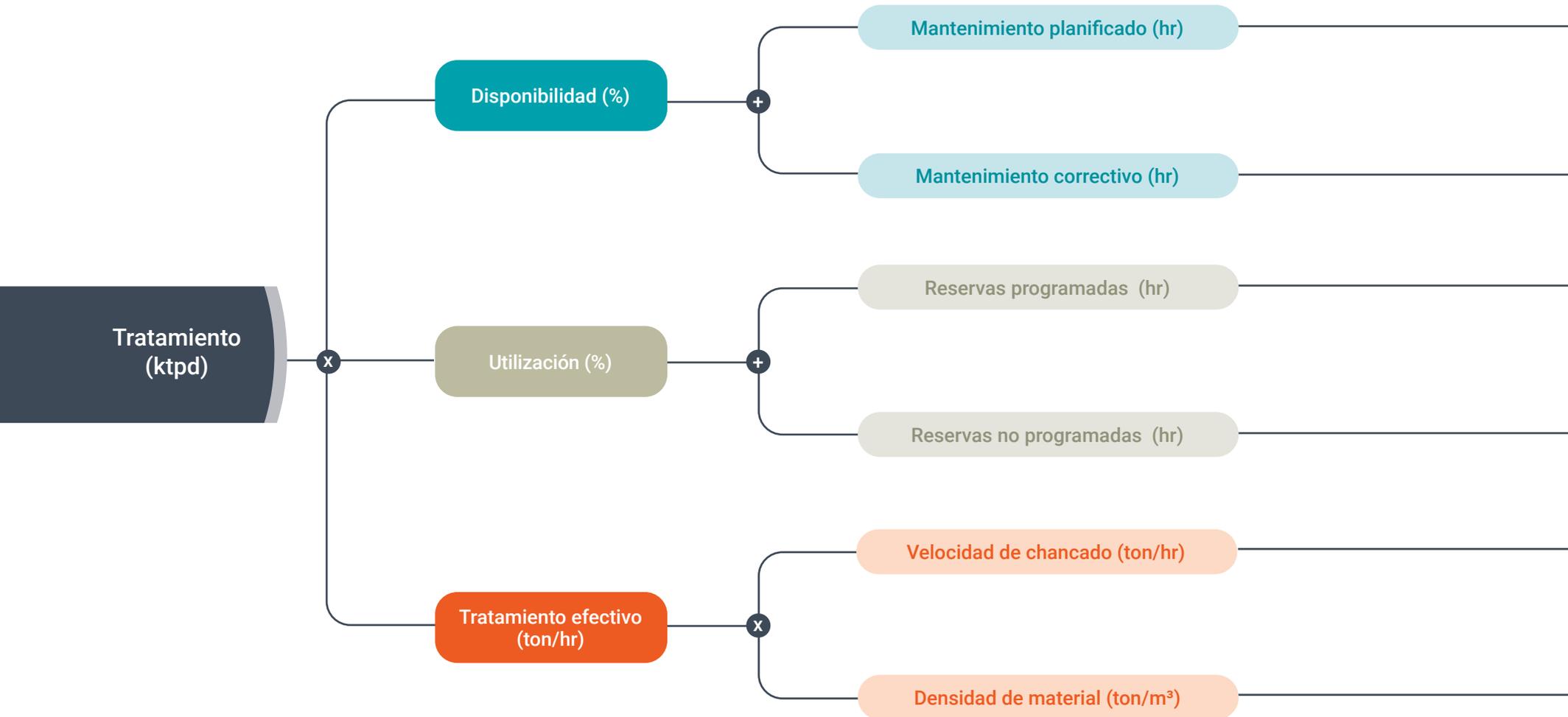


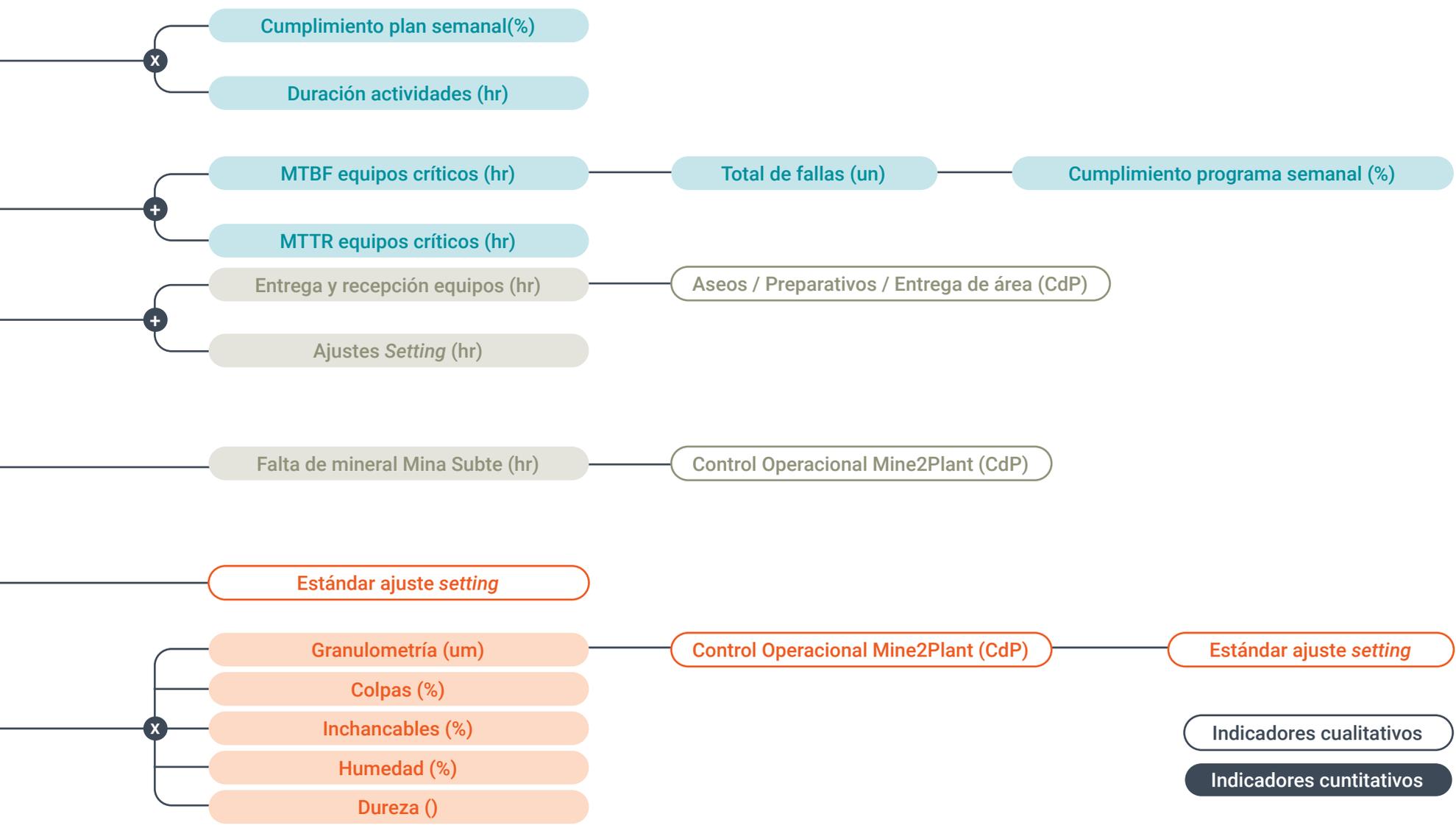


Indicadores cualitativos

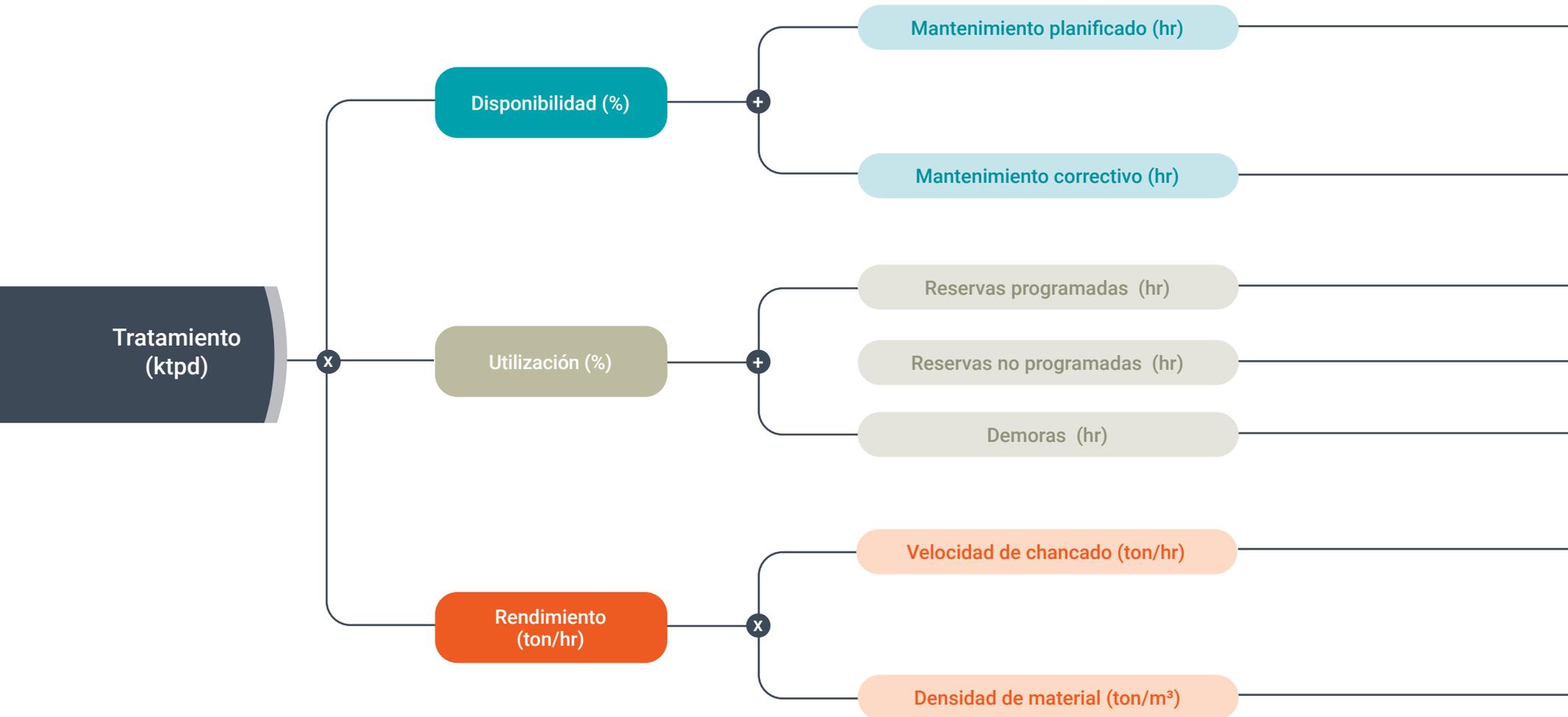
Indicadores cuntitativos

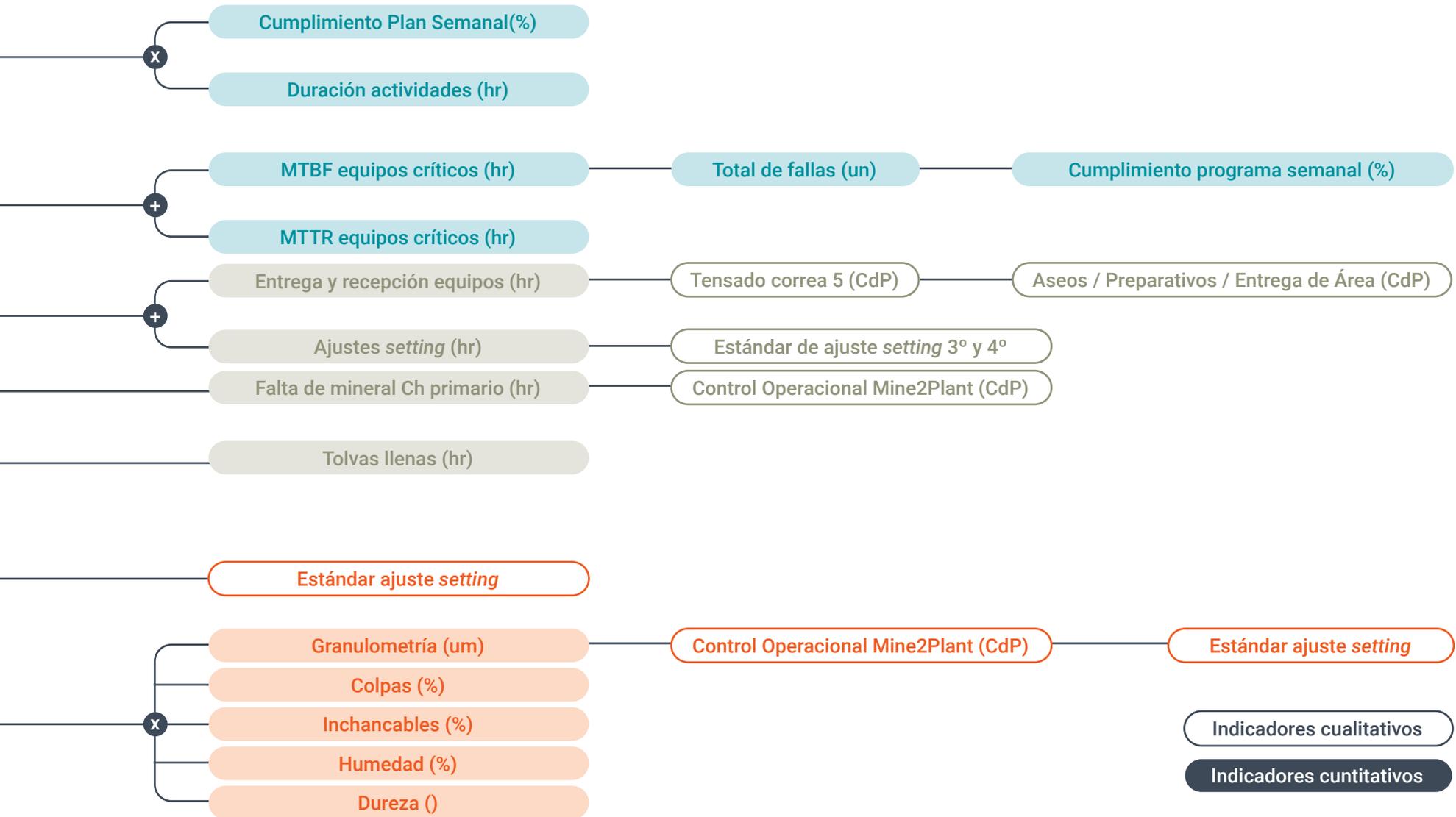
## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Chancado primario origen subterránea



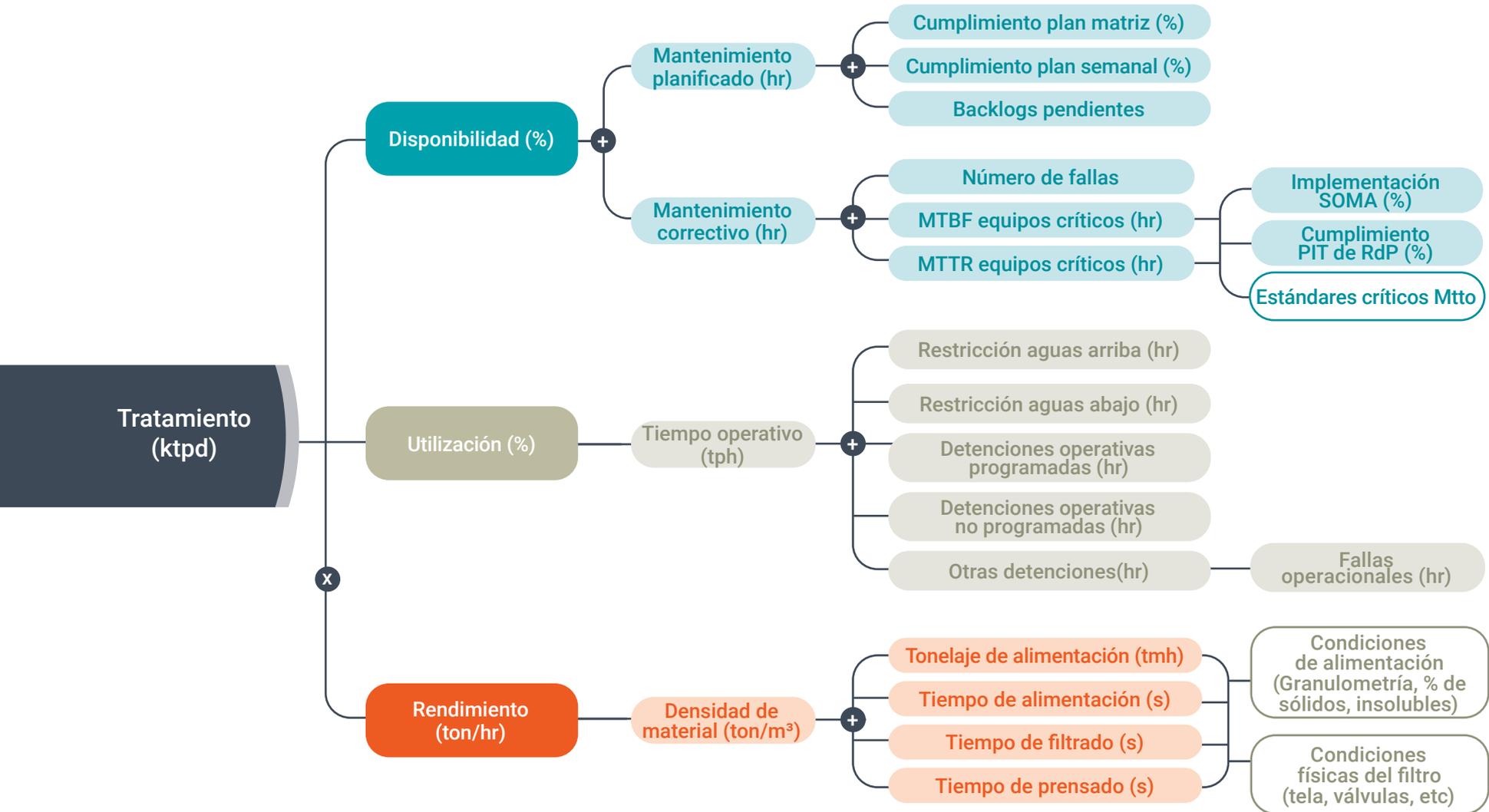


## PROCESOS – FASE PLANTA CONCENTRADORA – Chancado secundario origen subterránea



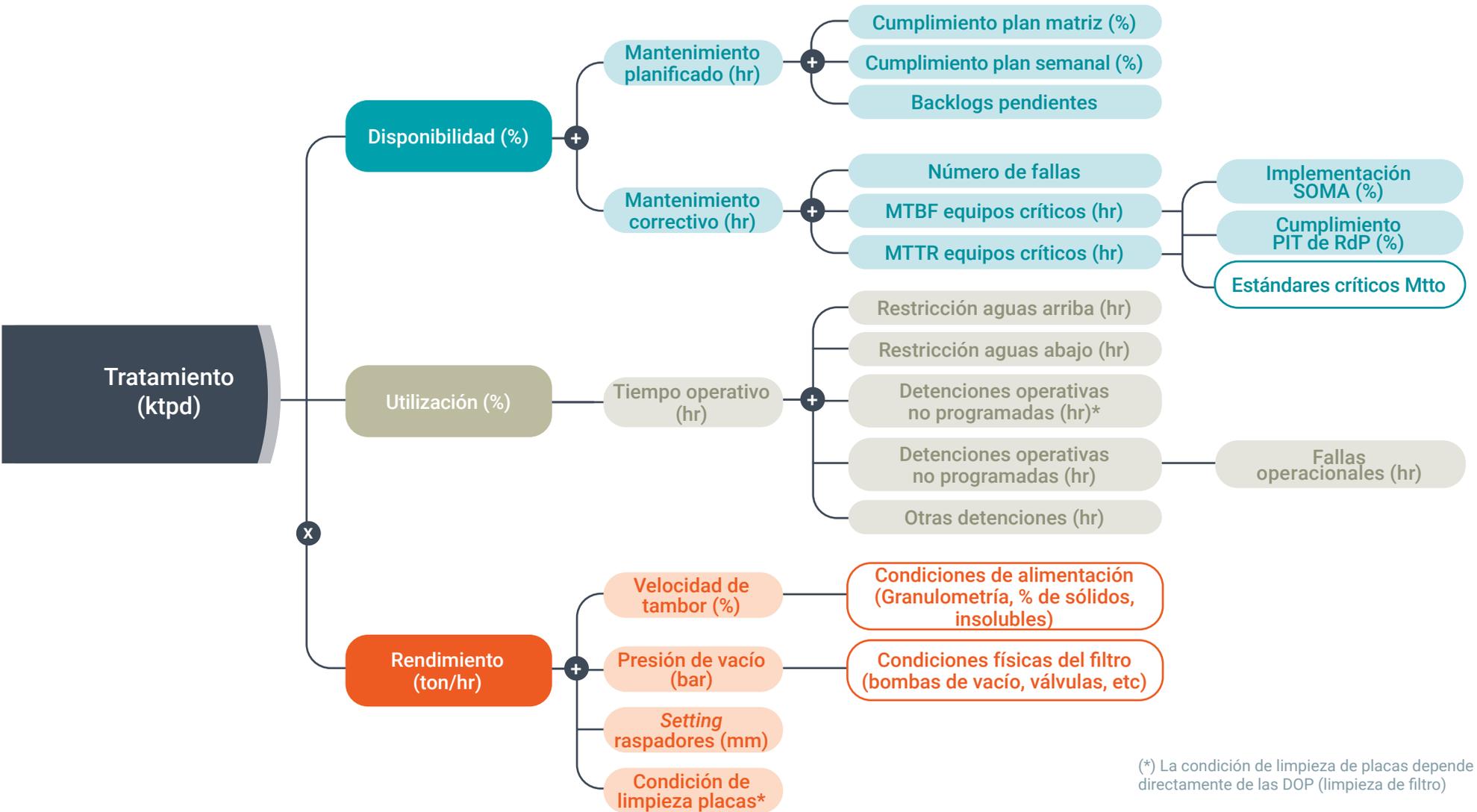


## PROCESOS – PLANTA FILTRO LAROX



# PROCESOS – PLANTA FILTRO LAROX

- Indicadores cualitativos
- Indicadores cunitativos



(\*) La condición de limpieza de placas depende directamente de las DOP (limpieza de filtro)

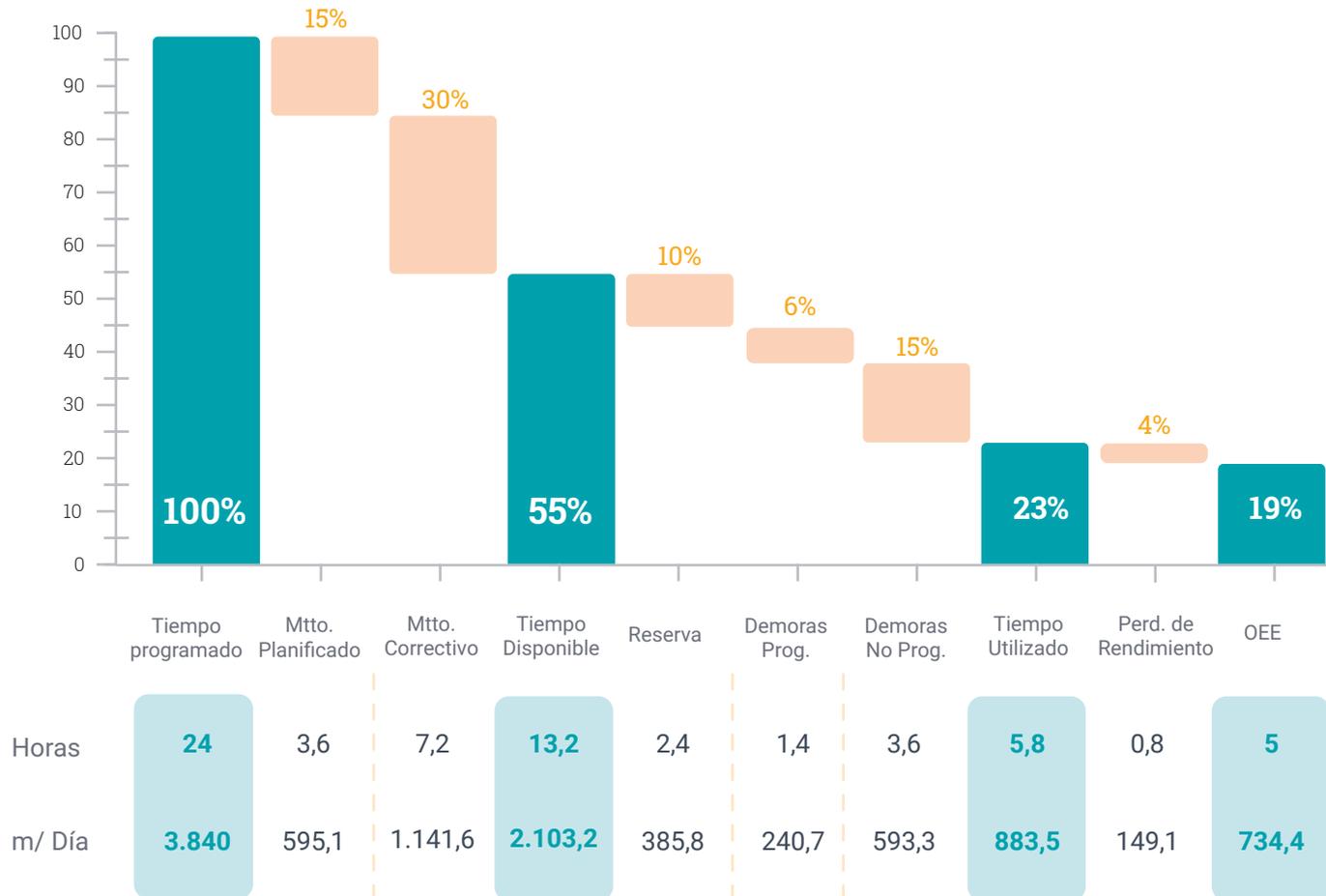


# Análisis equipos

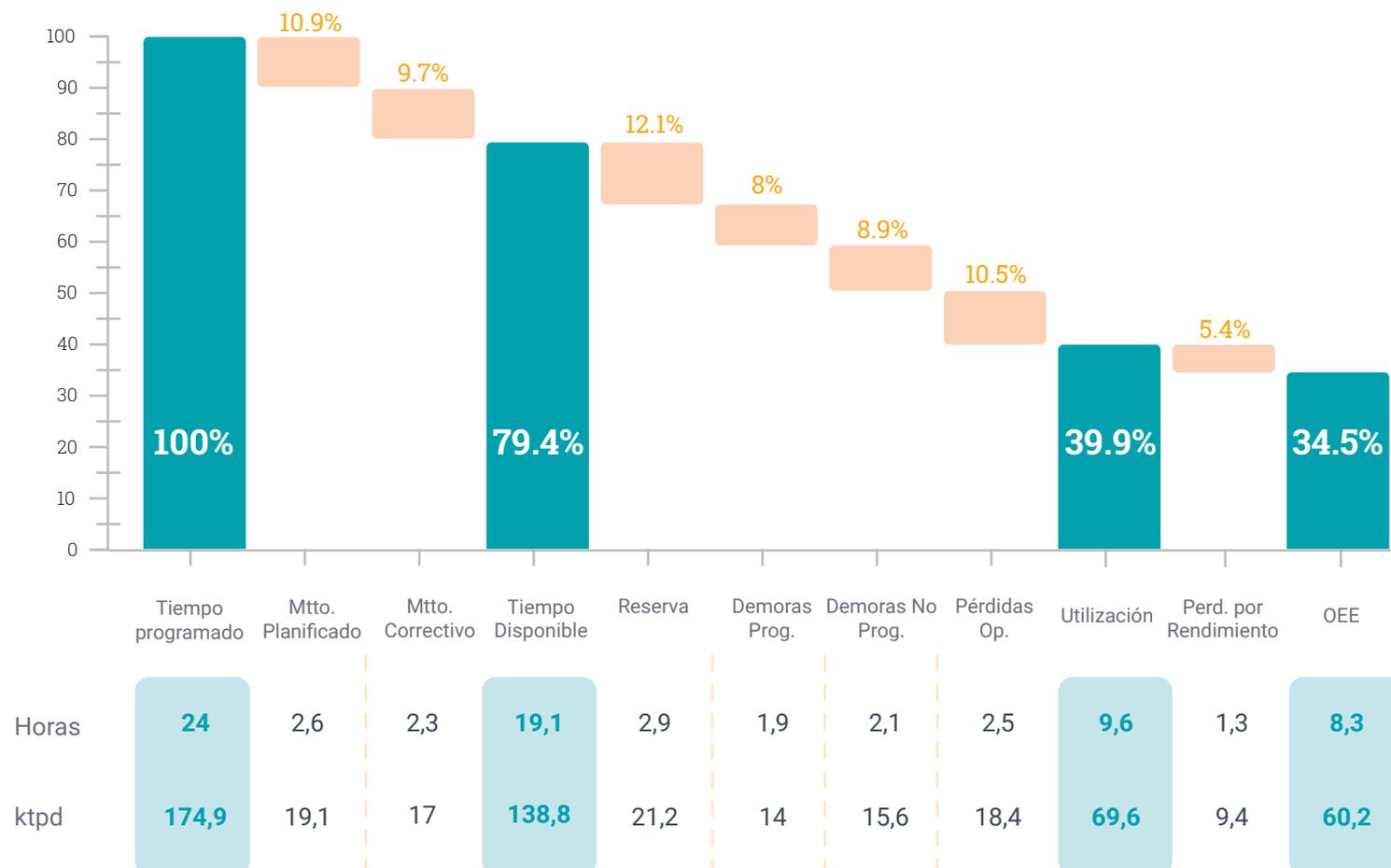
---

División Andina

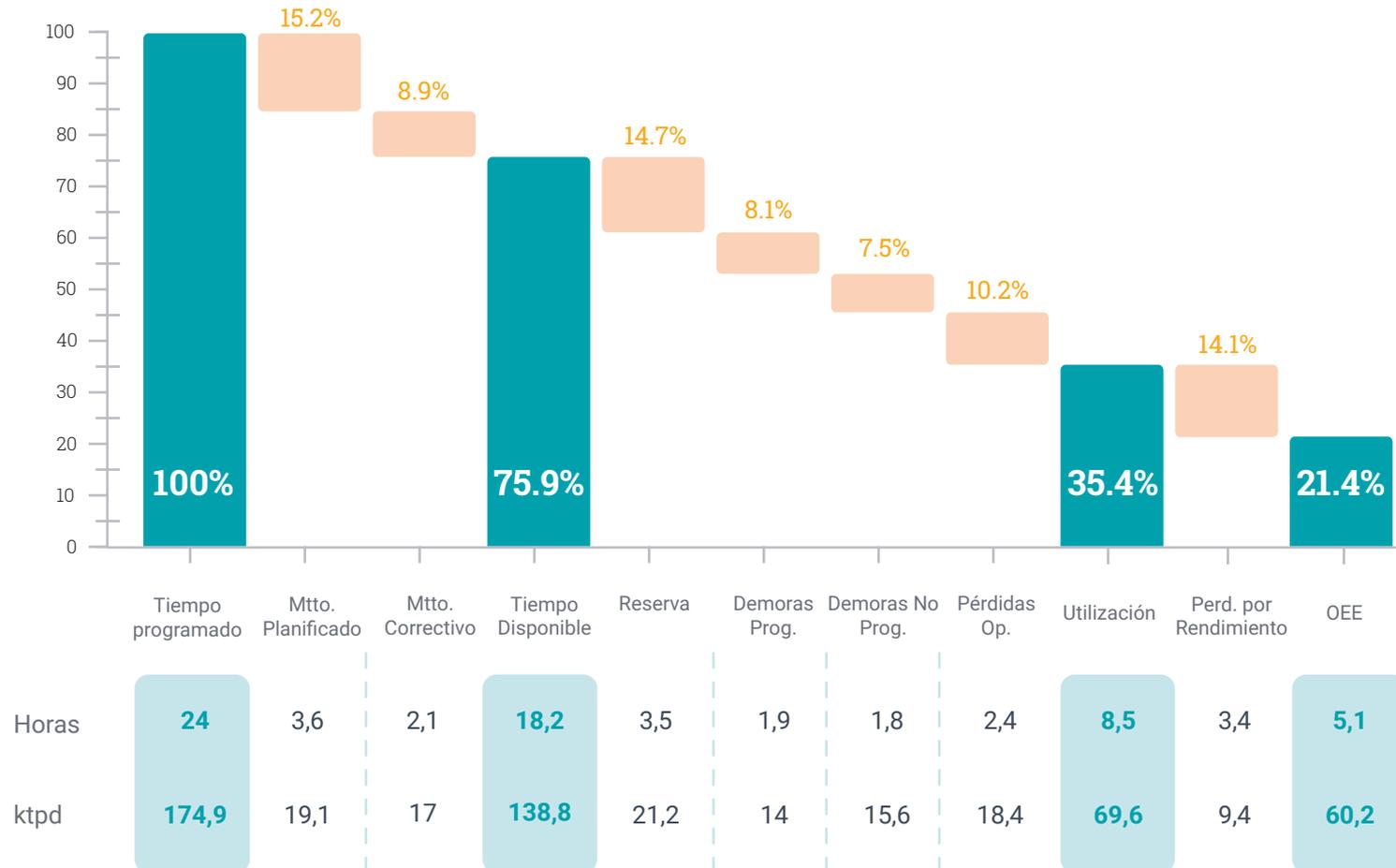
## ANÁLISIS OEE MINA RAJO – Perforadoras de Producción – enero 2020 - septiembre 2020



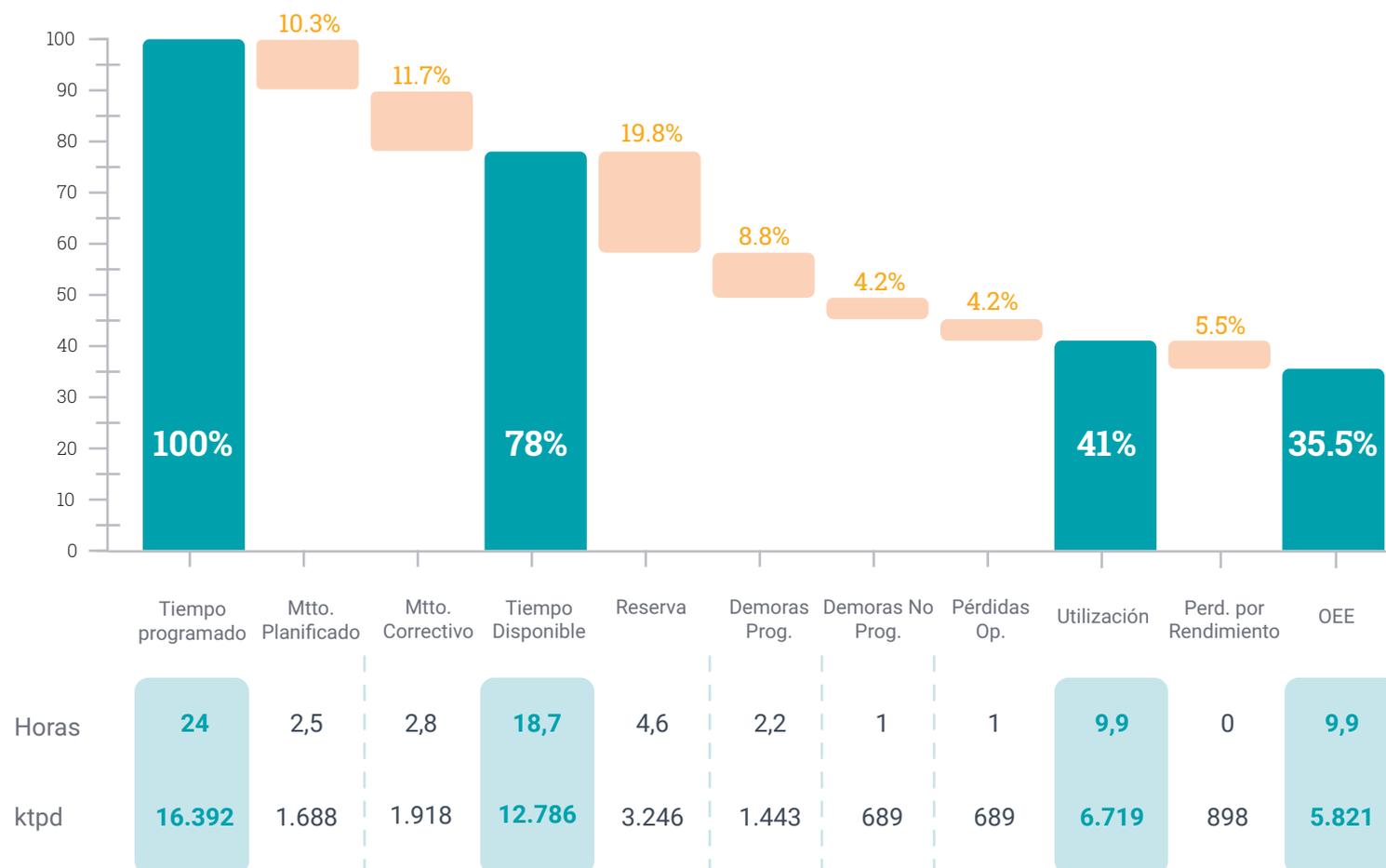
## ANÁLISIS OEE MINA RAJO – Carguío P&H 4100XPC – enero 2020 - octubre 2020



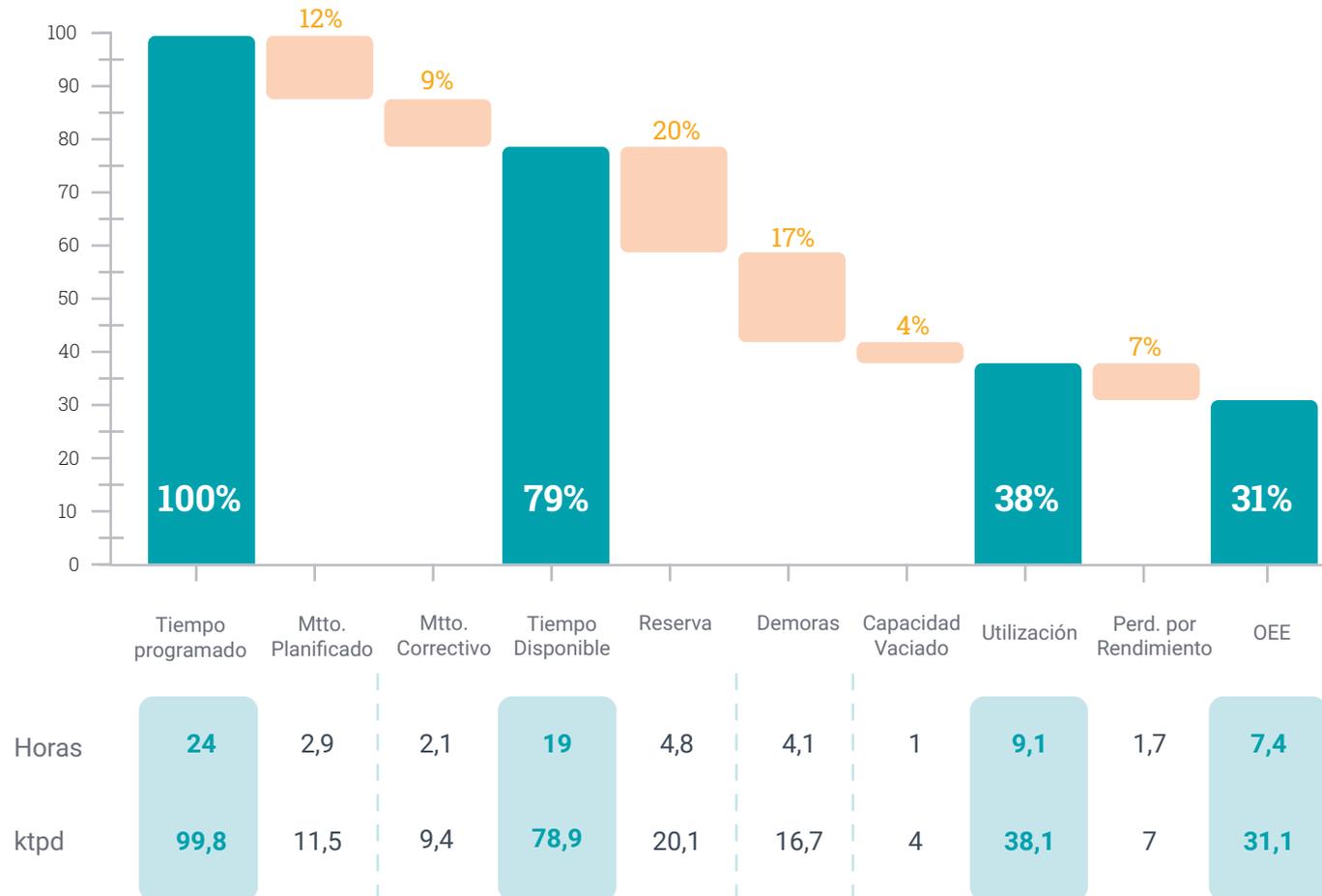
## ANÁLISIS OEE MINA RAJO – Carguío Komatsu PC-5500 – enero 2020 – noviembre 2020



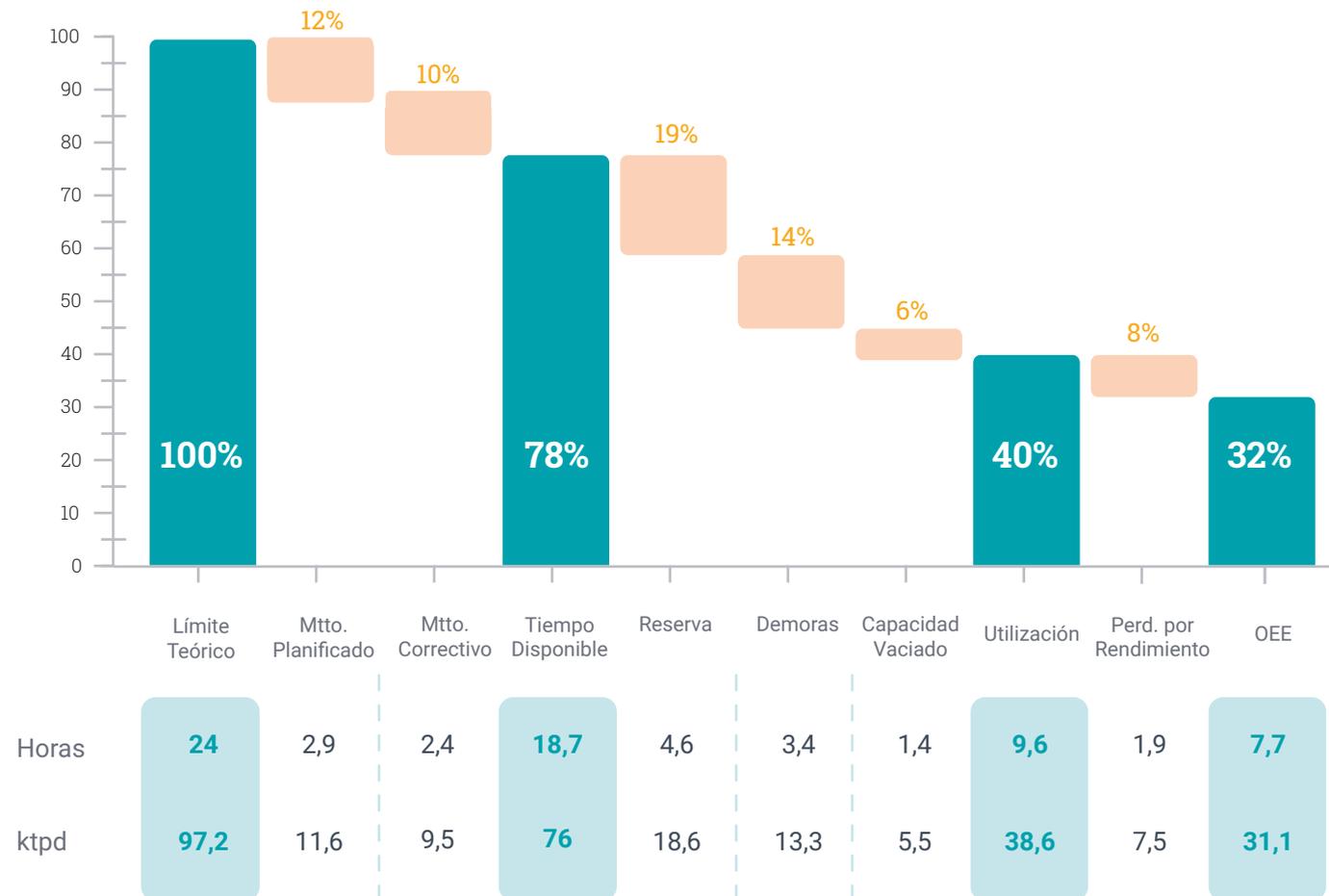
## ANÁLISIS OEE MINA RAJO – Transporte Komatsu 930-E4 – enero 2020 – noviembre 2020



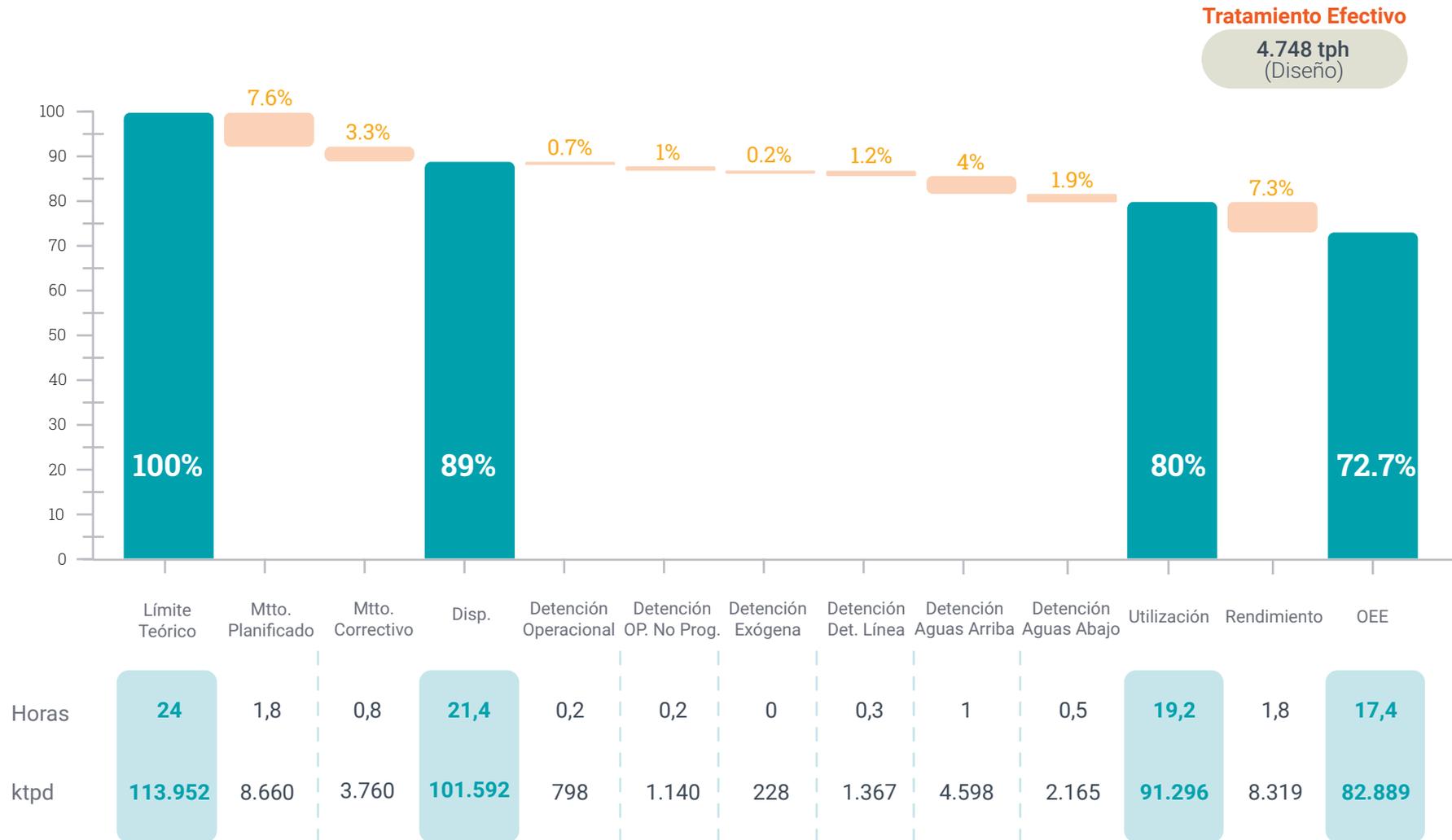
## ANÁLISIS OEE MINA SUBT. – LHD – enero 2020 - septiembre 2020



## ANÁLISIS OEE MINA SUBT. – CAEX – enero - septiembre 2020

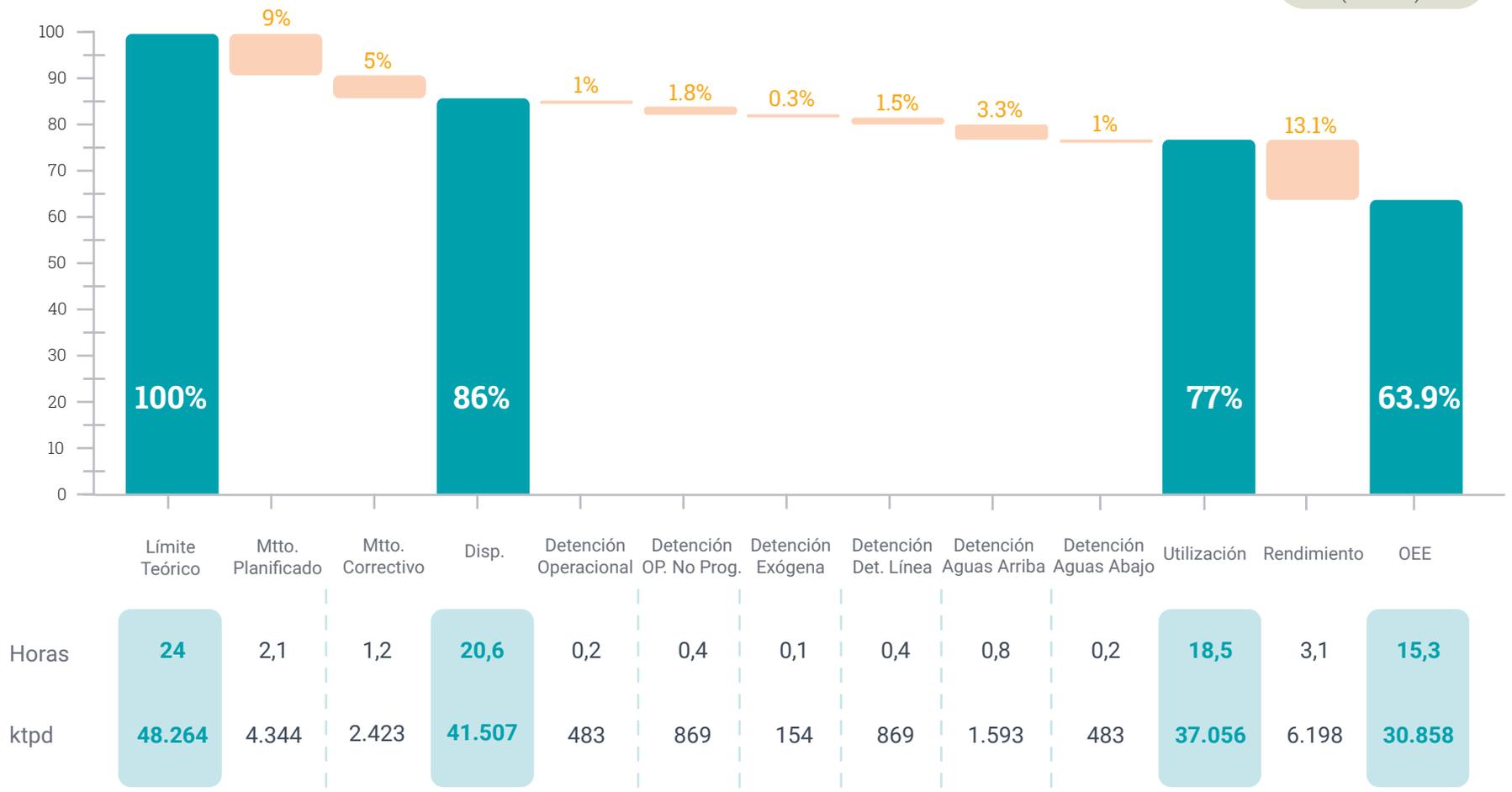


## ANÁLISIS OEE MOLIENDAS – Global

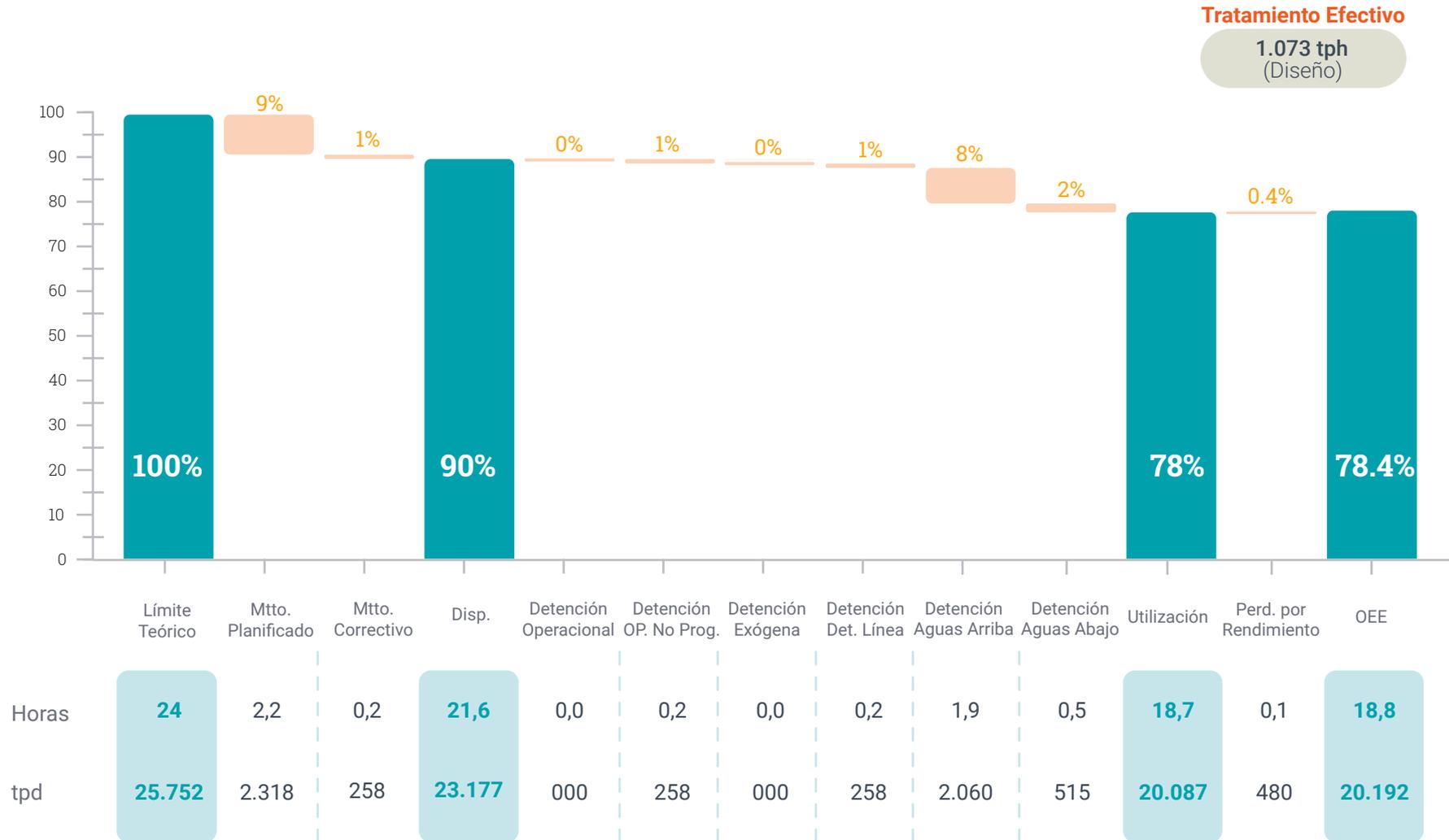


# ANÁLISIS OEE MOLIENDA – SAG – noviembre 2019 – octubre 2020

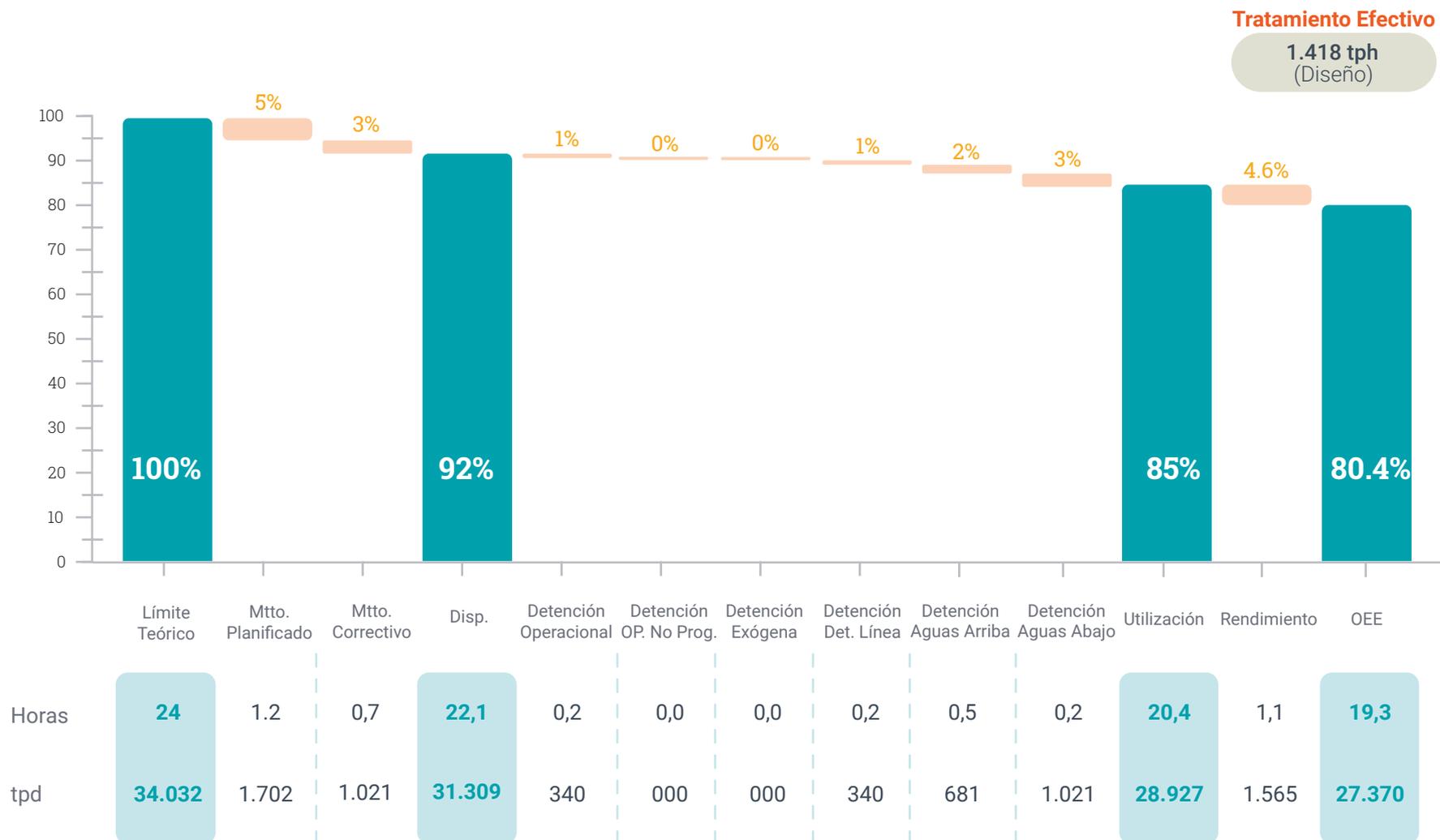
**Tratamiento Efectivo**  
2.011 tph  
(Diseño)



## ANÁLISIS OEE MOLIENDAS – MUN 2 – noviembre 2019 – octubre 2020



## ANÁLISIS OEE MOLIENDA – Convencional – noviembre 2019 – octubre 2020



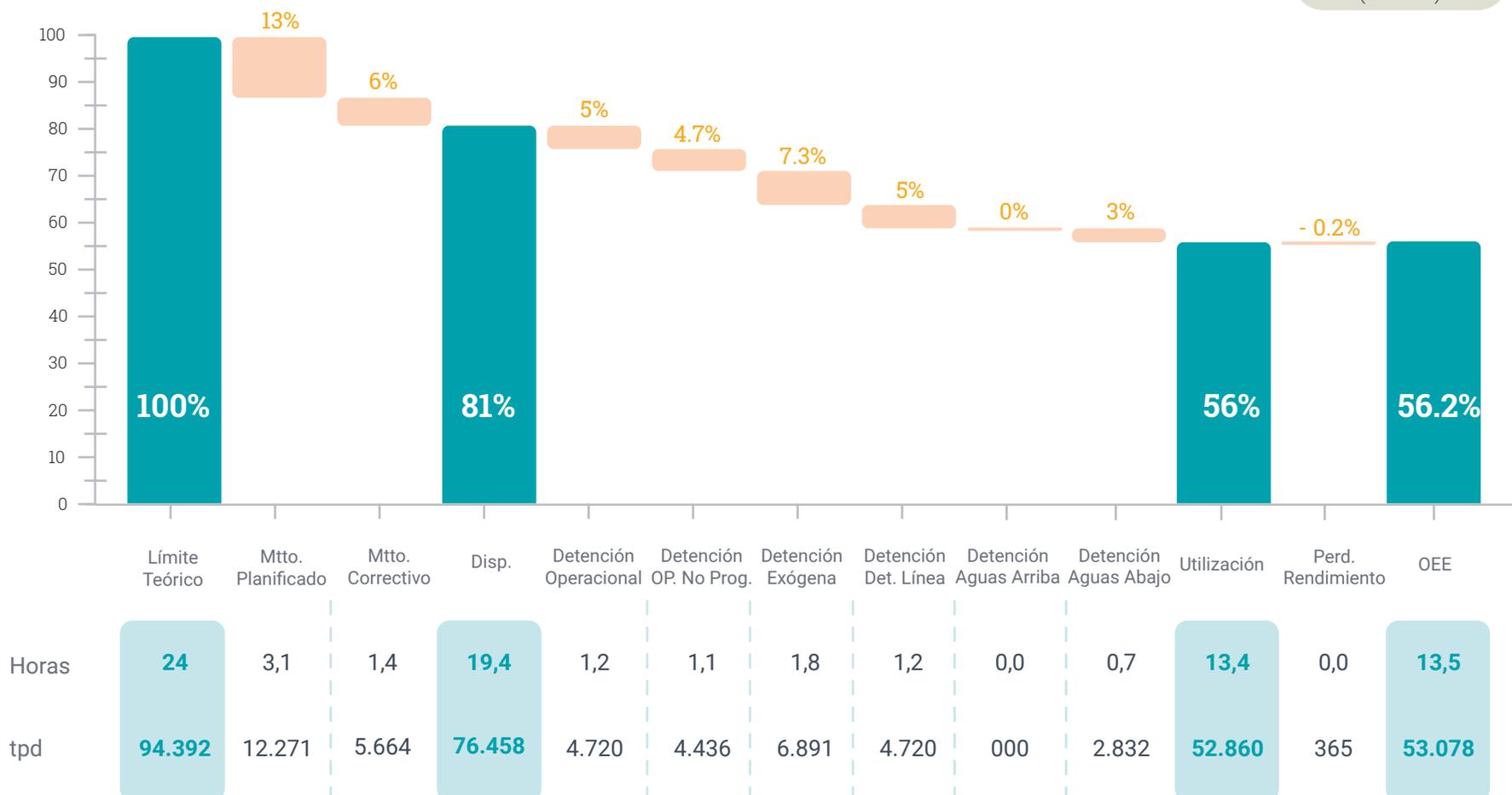
## ANÁLISIS OEE MOLIENDAS – MUN 1 – noviembre 2019 – octubre 2020



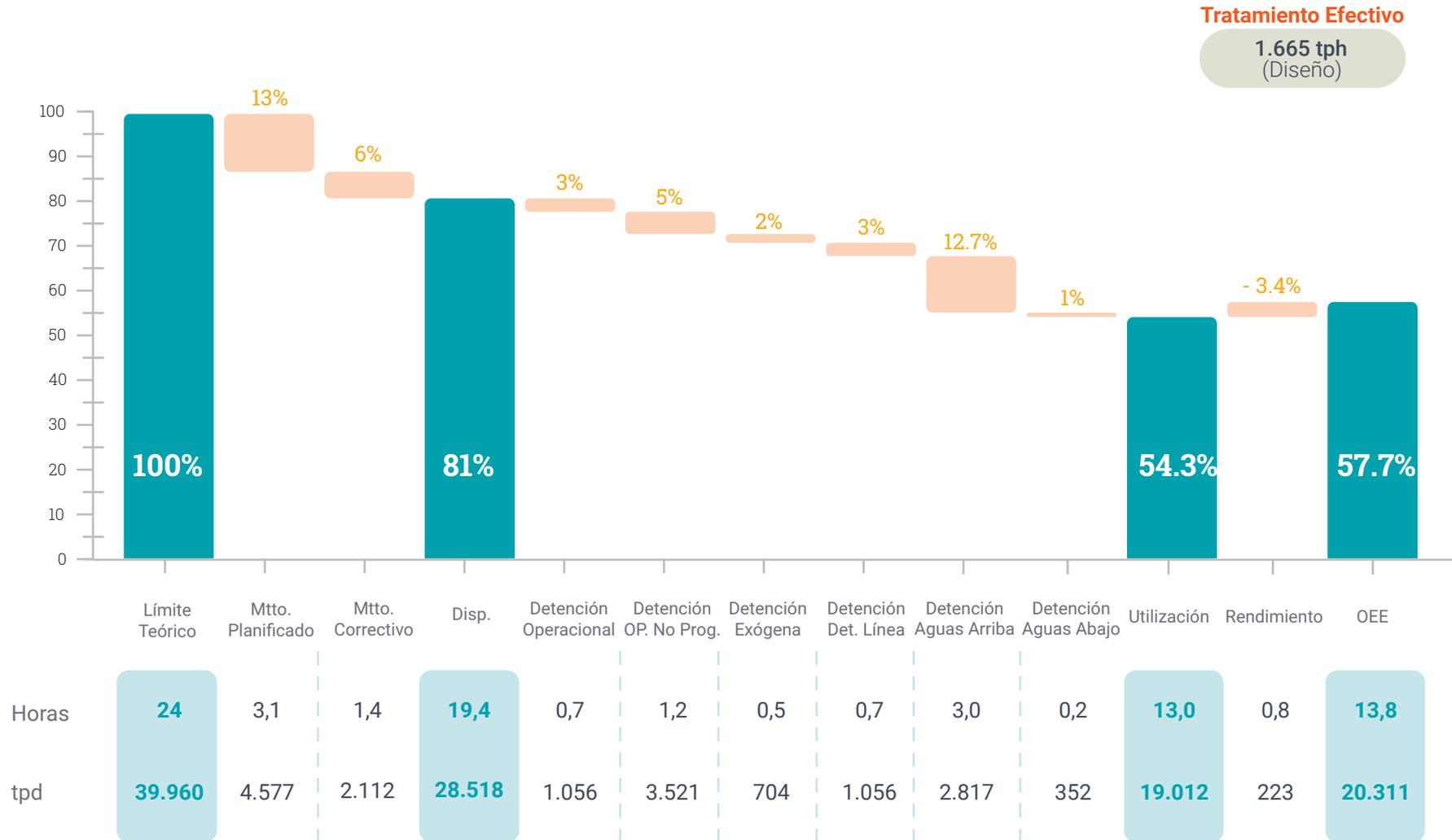
## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Don Luis y Transporte – noviembre 2019 – octubre 2020

Tratamiento Efectivo

3.933 tph Secas  
(Diseño)

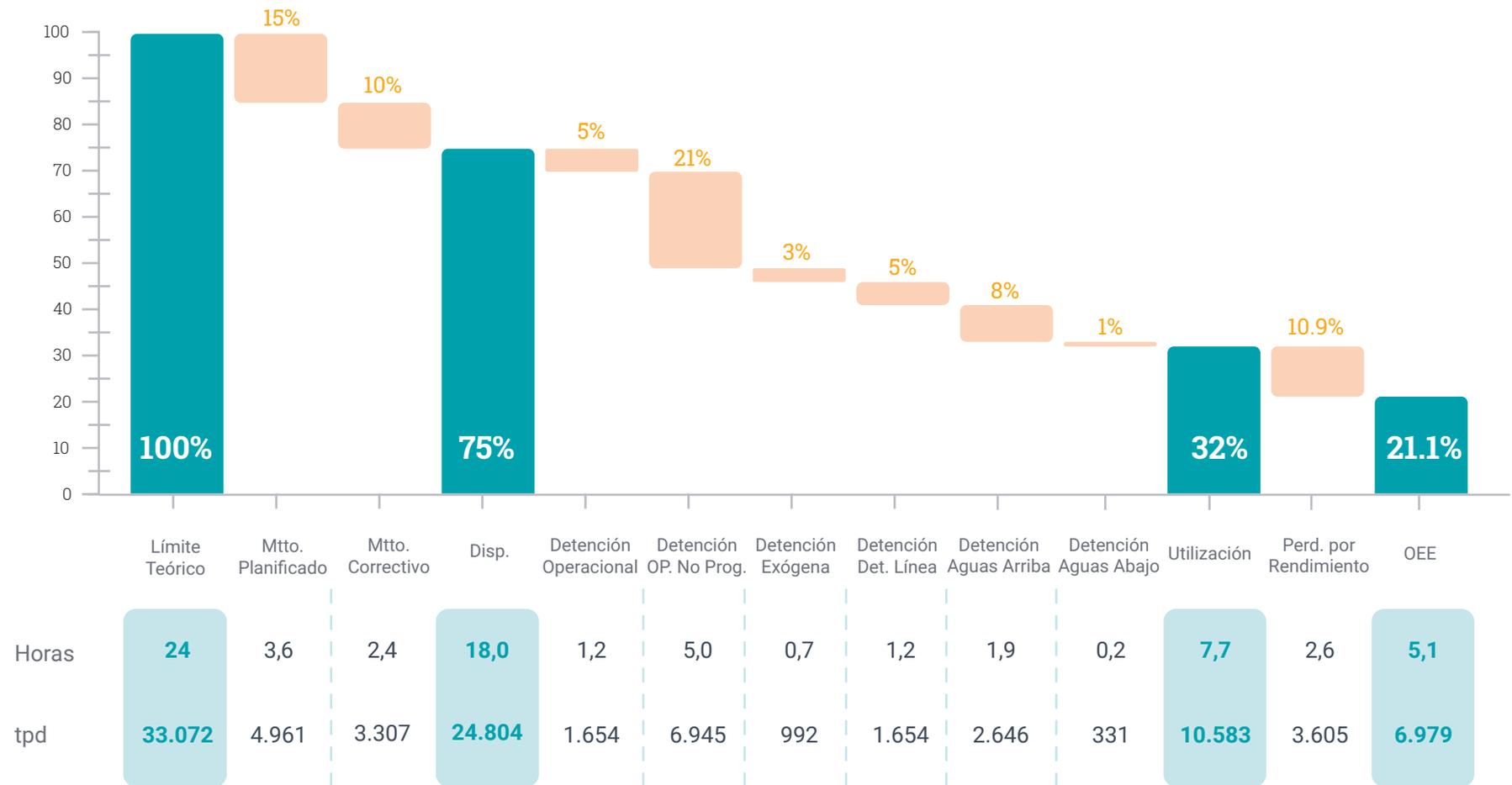


## ANÁLISIS OEE CHANCADO – secundario y terciario – noviembre 2019 – octubre 2020

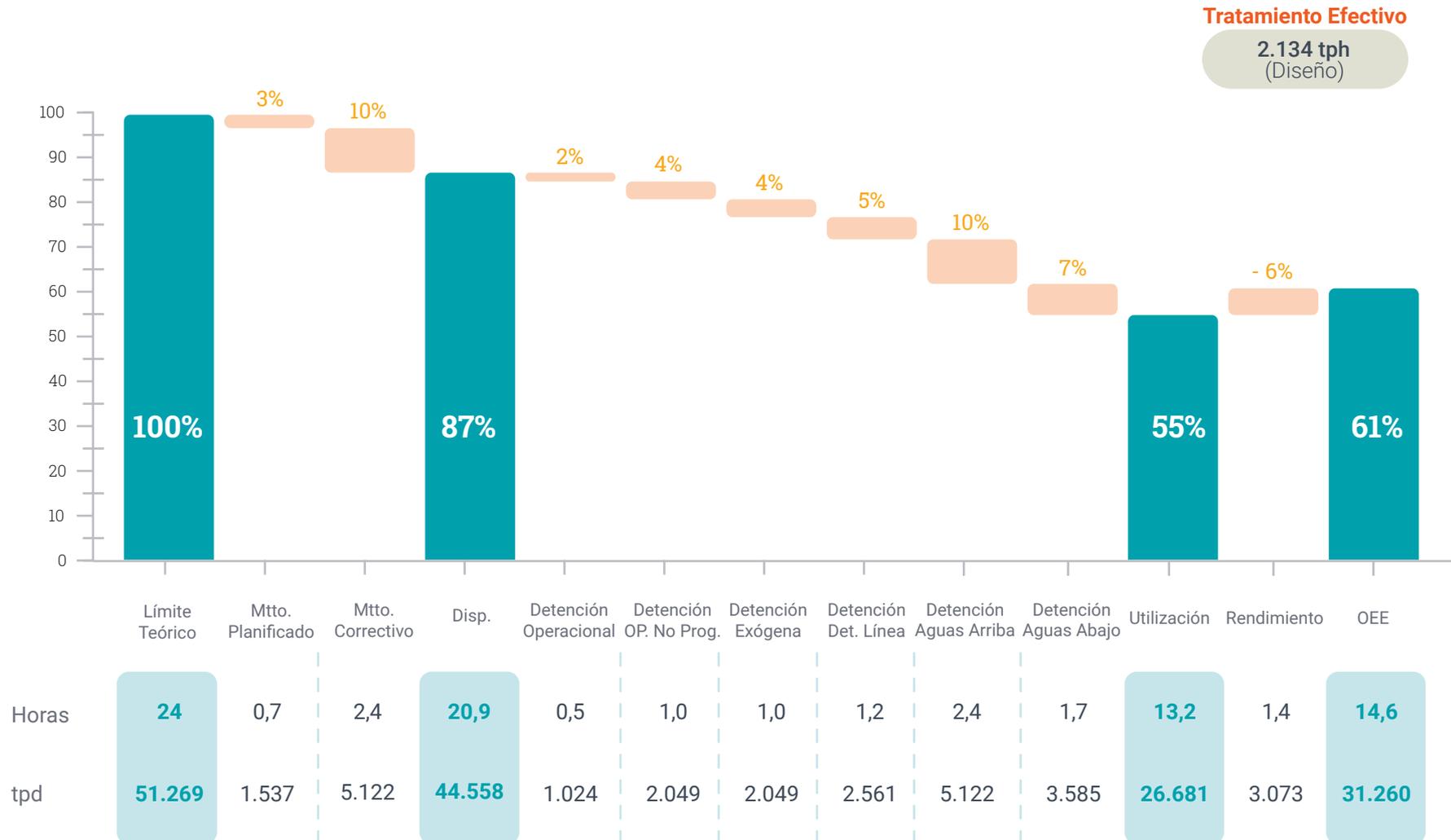


## ANÁLISIS OEE PRECHANCADO – noviembre 2019 – octubre 2020

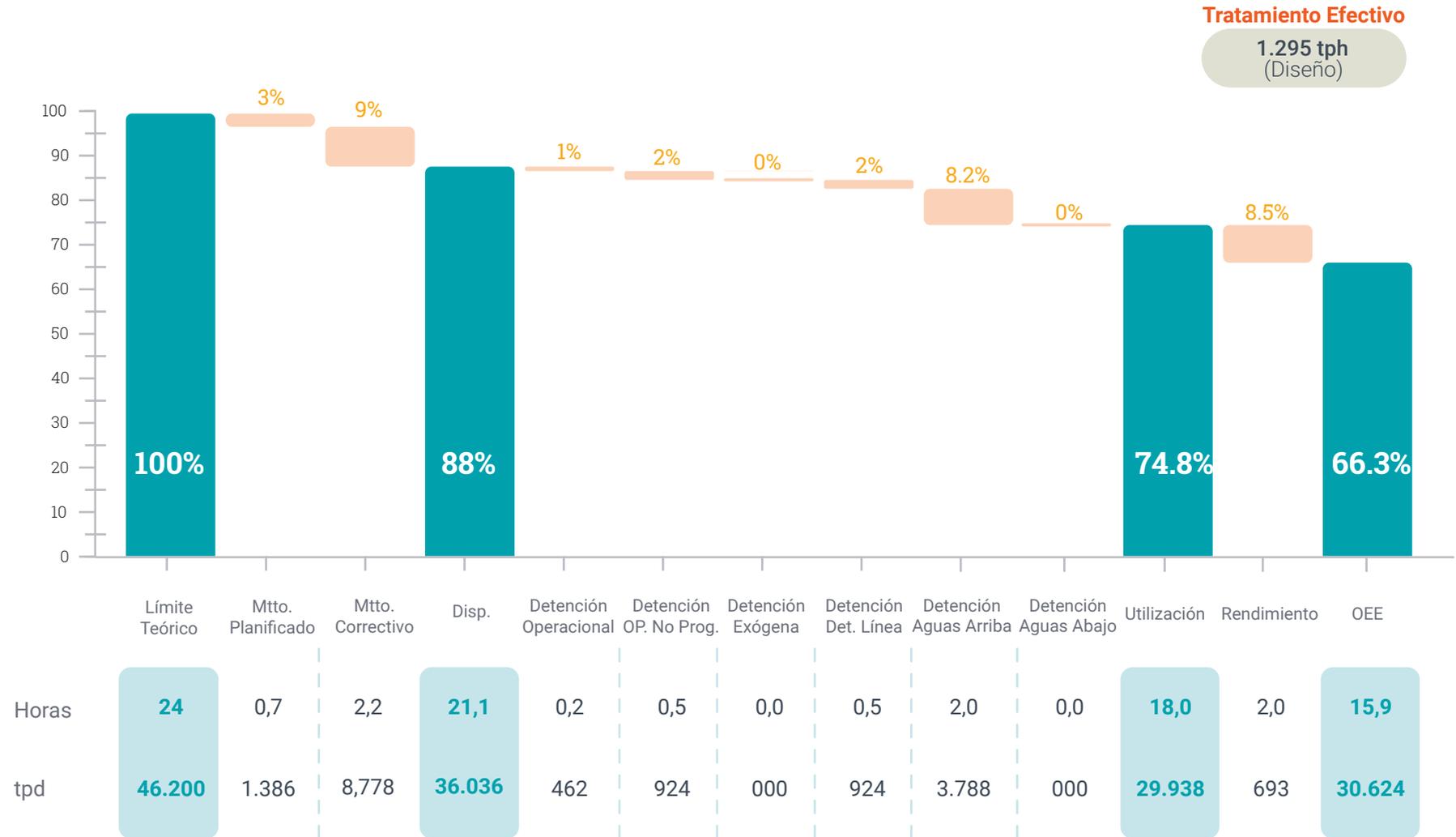
**Tratamiento Efectivo**  
**1.378 tph**  
 (P98 hacia tolva SAG)



## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Grueso Convencional – noviembre 2019 – octubre 2020



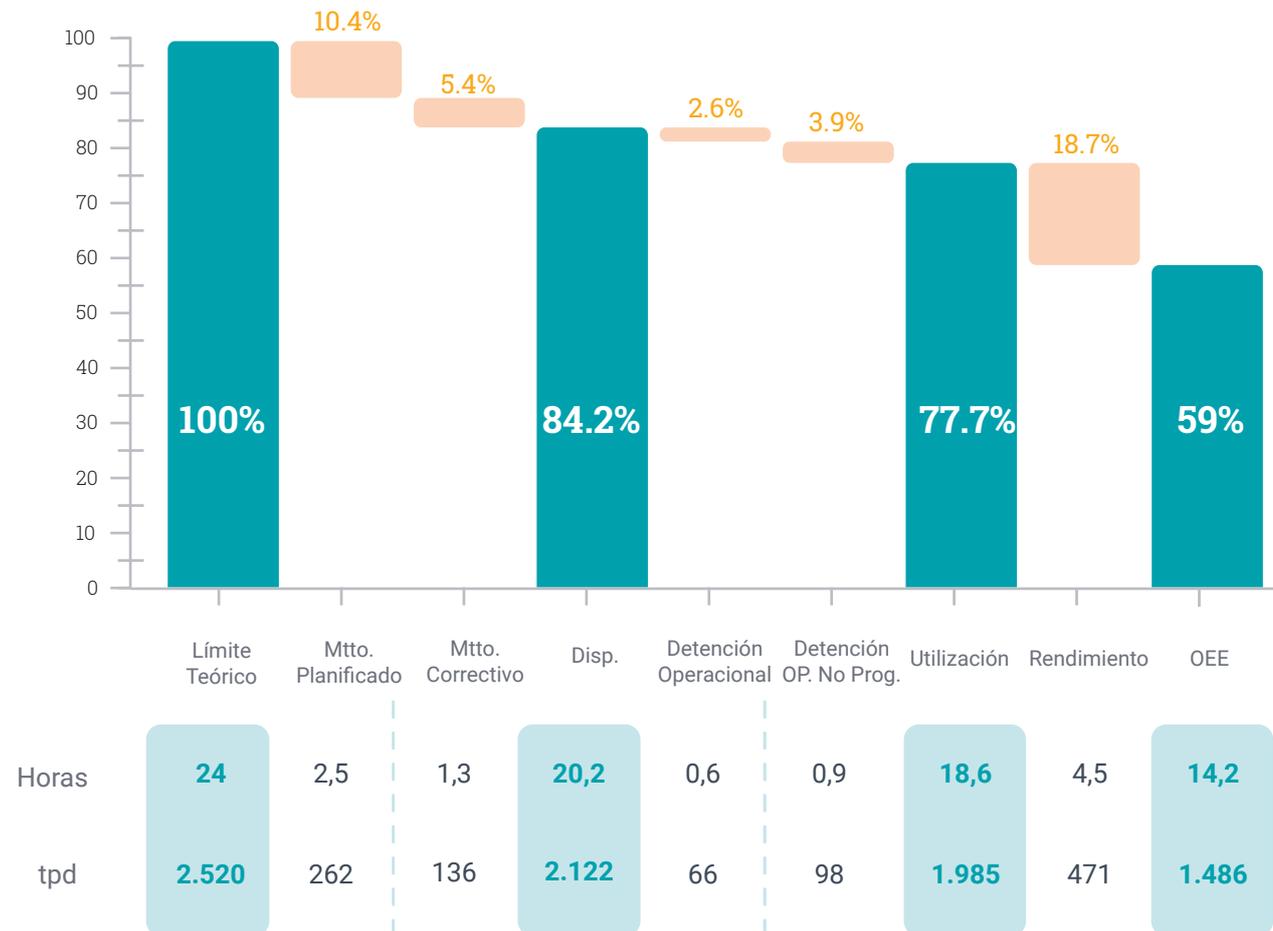
## ANÁLISIS OEE CHANCADO – Fino Convencional – noviembre 2019 – octubre 2020



## ANÁLISIS OEE FILTRO – Larox – mayo 2020 – septiembre 2020

Tratamiento Efectivo

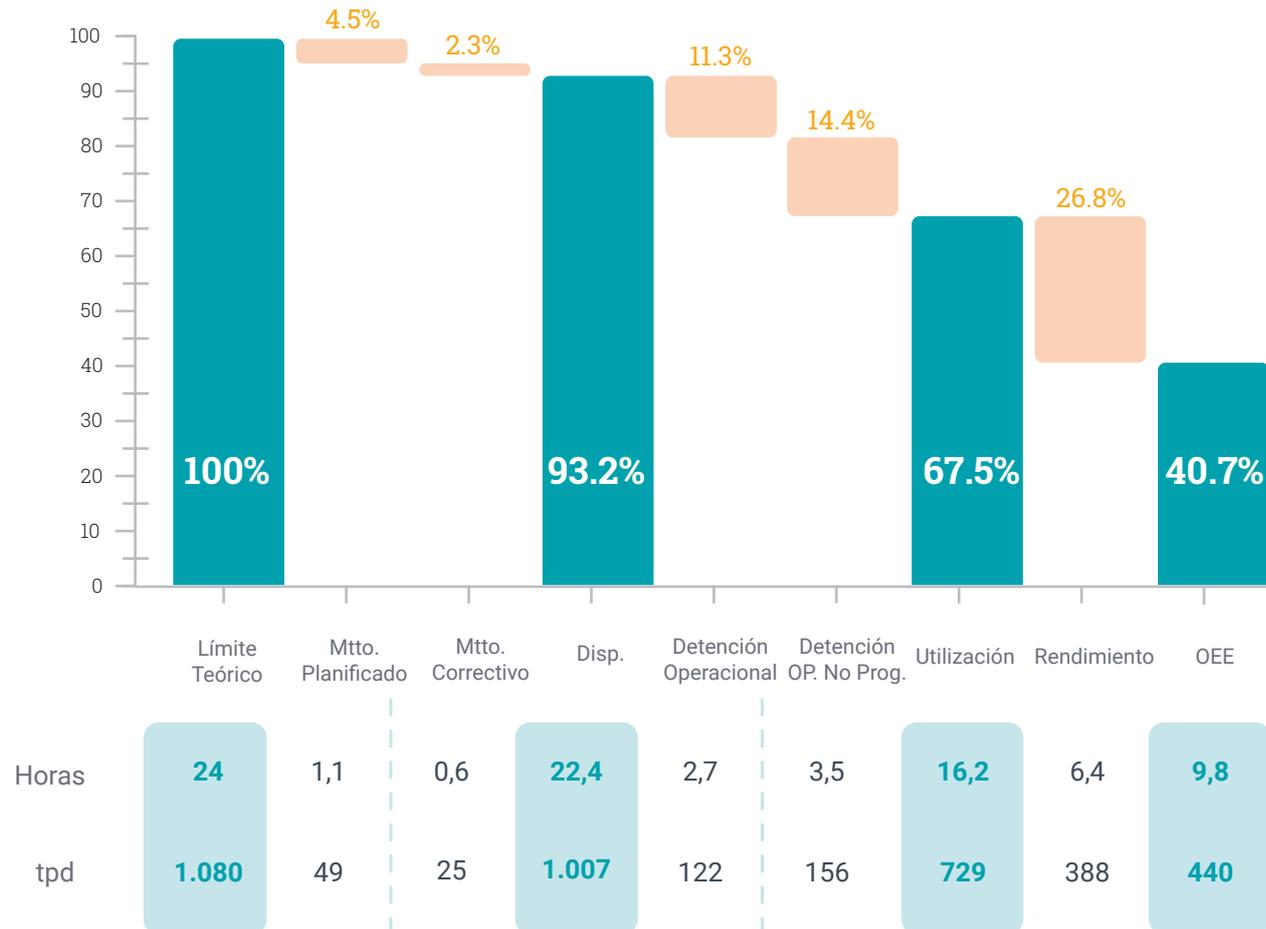
105 tph  
(P98)



## ANÁLISIS OEE FILTRO – Cerámicos – 1 - 30 septiembre 2020

Tratamiento Efectivo

45 tph  
(P98)



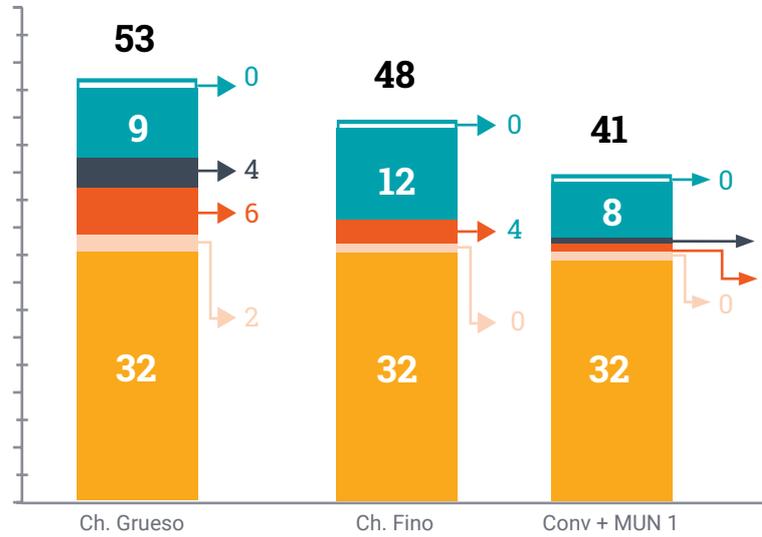
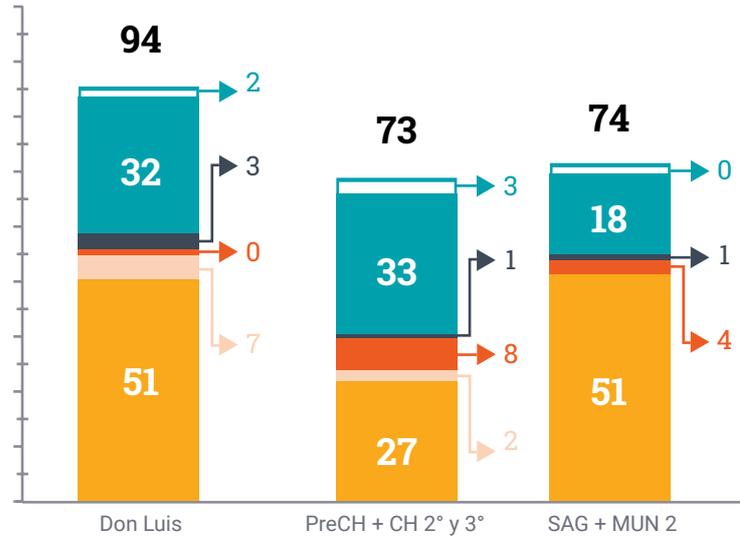


# Proceso cuello de botella

---

División Andina

## CUELLO DE BOTELLA



## Leyenda

-  OEE 100%
-  Pérdidas Internas
-  Pérdidas aguas abajo
-  Pérdidas aguas arriba
-  CAEX
-  Producción periodo (ktpd)

## INTRODUCCIÓN



**Gonzalo Moyano Cabezas,**  
Director de Transformación y PEM - PRI,  
División El Salvador.

Hoy la transformación de División Salvador es fundamental para el Plan Estratégico de Codelco y así nuestro centro de trabajo se prepara para nuevos desafíos en la búsqueda de capturar valor a través de la implementación de su proyecto estructural Rajo Inca y en el desarrollo de sus operaciones en el marco del Sistema de Gestión C+.

Bajo estos objetivos se trabajó el Plan de Implementación Táctica (PIT) que abarca la estrategia de la Corporación en excelencia operacional, excelencia en proyectos, personas y organización, transformación digital e innovación.

Desde la excelencia operacional se han levantado dos palancas movilizadoras, que son el gestionar las principales desviaciones presupuestarias de las distintas gerencias a través de iniciativas que apunten a mejorar los indicadores de gestión y el diseño de un conjunto de actividades que permitirán en el mediano y largo plazo implementar C+ en cada área de nuestra división.

Tenemos la convicción que es la excelencia operacional a través de sus dimensiones, disciplinas, prácticas y herramientas, la clave para apalancar la estrategia de transformación para Codelco Salvador en los próximos años.





**\_DIVISIÓN SALVADOR**

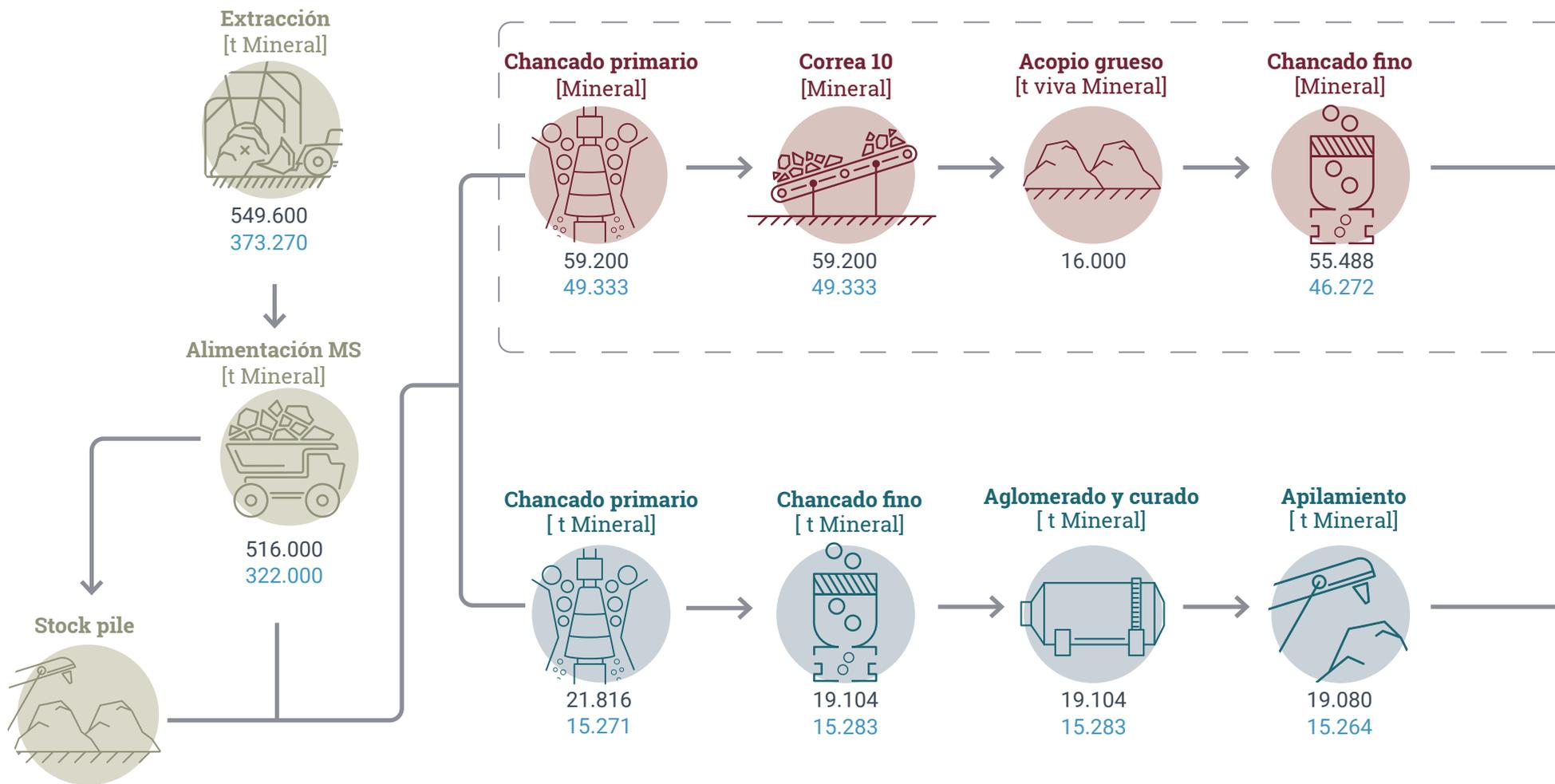


# Diagrama de flujo de procesos

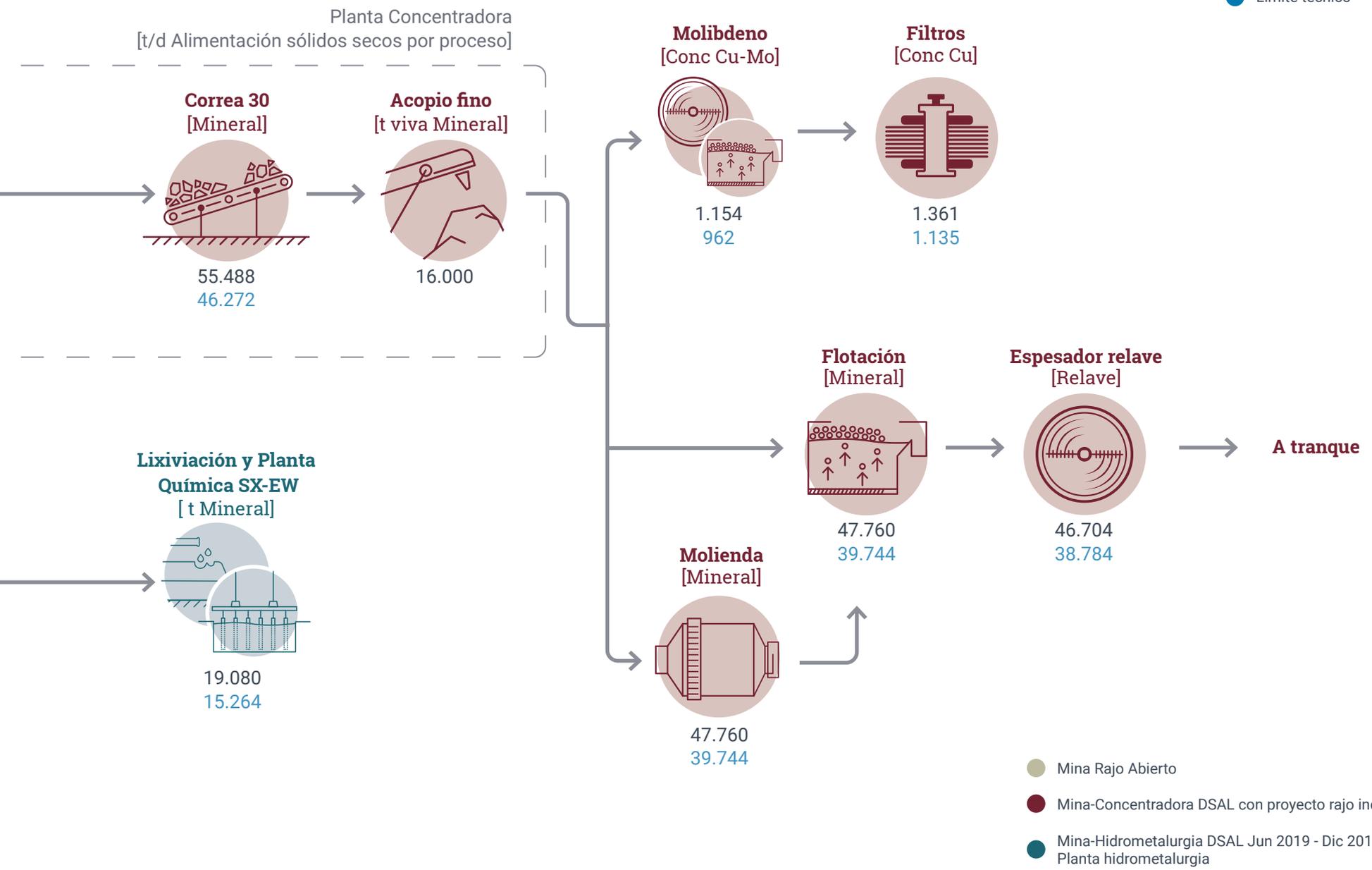
---

División Salvador

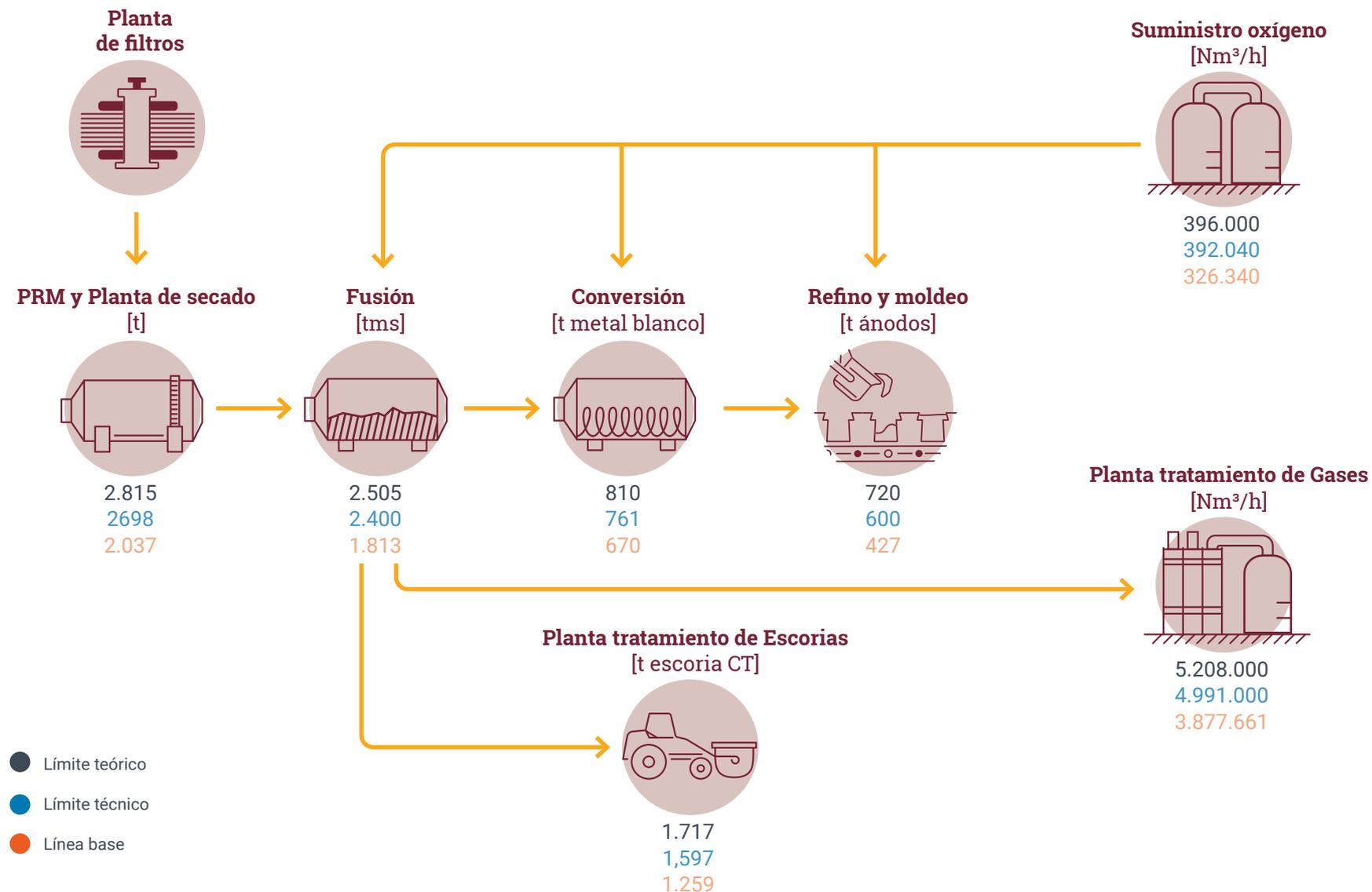
## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS – División Salvador



● Límite teórico  
● Límite técnico



## CAPACIDAD PRODUCTIVA POR SUB-SISTEMA EN CADA UNIDAD DE TRATAMIENTO – Fundición



## DESCRIPCIÓN PROCESOS Y EQUIPOS – Mina Concentradora PRI

### GMIN Línea Sulfuro

- Parque de 26 camiones 320 tc.
- Cinco Palas Hidráulicas de 55 Yd3.
- Dos Cargadores Frontales de 37 Yd3.

### GPLA Línea Sulfuro

- Dos chancadores primarios tipo giratorio, con un alimentador por cada sistema, estos descargan en un *stock Pile* grueso.
- Tres líneas de Chancado Fino existentes, cada línea tiene 1 chancador secundario y dos chancadores terciarios. Las descargas de estas líneas alimentan el acopio de finos.
- Los chancadores secundarios son del tipo Symons Standard 7' y los chancadores terciarios son del tipo Symons cono cabeza corta SH 7'.
- La molienda convencional tiene cinco líneas existentes. Las líneas 1 a la 4 son idénticas, con un molino de barras Marcy 10x14' y dos molinos de bolas Marcy 10x14', en circuito cerrado con

una batería nueva de cuatro hidrociclones de 26" de diámetro, tres operando y uno stand-by.

- La línea cinco de molienda se compone de un molino de barras Marcy 13,5'x18' y un molino de bolas Marcy de 16,5'x19', en circuito cerrado con una batería nueva de cinco hidrociclones de 33" de diámetro, cuatro operando y uno stand-by.

- La Flotación Rougher consta de 7 líneas (cinco existentes y dos nuevas). Cada línea tiene 9 celdas de 42,5 m3 c/u.

- La Remolienda posee tres secciones (dos existentes y una nueva). Cada sección existente tiene dos molinos Marcy 9'x12' y una batería de seis hidrociclones de 20" de diámetro, tres operando y tres stand-by. La sección nueva incorpora un molino vertical nuevo con una batería de ocho hidrociclones de 20" de diámetro, seis operando y dos stand-by.

## DESCRIPCIÓN PROCESOS Y EQUIPOS – Mina Concentradora PRI

### GPLA – PROYECTO RAJO INCA Línea Sulfuro

- En la 1ª limpieza se incorporan 3 líneas de celdas nuevas, cada línea tiene 2 celdas de 127 m<sup>3</sup> c/u.
- La flotación *Scavenger* consta de 3 líneas (2 existentes y 1 nueva), cada línea consta de 8 celdas de 42,5 m<sup>3</sup> c/u.
- La 2ª limpieza consta de 2 columnas de flotación de 6mx2mx13m (LargoxAnchoxAltura).
- La Planta de Molibdeno será actualizada casi en su totalidad, se incorpora lo siguiente:
  - Flotación Primaria con 1 línea de 8 celdas de 8,5 m<sup>3</sup> c/u.
  - Flotación 1ª Limpieza con 1 línea de 6 celdas de 4,2 m<sup>3</sup> c/u.
  - Flotación 2ª Limpieza con 1 línea de 4 celdas de 4,2 m<sup>3</sup> c/u.
  - Flotación 3ª Limpieza con 2 celdas columna de 1,2 m de diámetro c/u.
  - Flotación 4ª Limpieza con 1 celda columna de 1,0 m de diámetro.
- En la etapa de filtración se tiene un filtro de tubo Svedala (existente) con un área filtrante de 20 m<sup>2</sup>.
- El concentrado de Mo filtrado alimentará a un secador multidiscos nuevo.
- La filtración del concentrado de Cu se realizará con 3 filtros cerámicos, 2 existentes con un área de filtrado de 45 m<sup>2</sup> c/u y uno nuevo con un área de filtrado de 60 m<sup>2</sup>.
- Para el espesamiento de los relaves de la flotación colectiva se tienen 3 espesadores existentes, 1 espesador de 91 m, y 2 espesadores de 77,7 m de diámetro respectivamente.

## DESCRIPCIÓN PROCESOS Y EQUIPOS – Mina Hidrometalurgia

### GMIN Línea Hidro

- Parque de 26 camiones 320 tc.
- 5 Palas Hidráulicas de 55 Yd3.
- 2 Cargadores Frontales de 37 Yd3.

### GPLA Línea Hidro

- 1 chancador primario Tipo Mandíbula (modelo tipo CJ612) que alimenta al acopio grueso.
- 1 Chancador secundario de cono, marca Sandvik CH870.
- 2 líneas de chancado terciario, con canchadores Symons de cabeza corta 7', cámara media.
- 2 tambores aglomeradores (1 para cada línea de chancado terciario), de dimensiones D=2,8 m y L=8,3 m
- 2 apiladores radiales autopropulsados para el armado de pilas de lixiviación
- La etapa de lixiviación está constituida por 16 módulos de pilas dinámicas, de 50 m x 400 m, y con altura de 4 m. Además el riego de estas pilas es distribuido por 8 bombas.

- El PLS recolectado alimenta a la planta de extracción por solvente (en 2 líneas), con una tasa de 290 m3/h.
- La etapa de electro obtención se realiza en dos etapas de celdas electrolíticas (68 celdas separadas en dos ejes cada una), con capacidad de 45 cátodos por cada una (1.054 x 1.022 mm)
- Los cátodos son separados en una máquina despegadora lavadora de cátodos con una capacidad de 200 placas/h.

## DESCRIPCIÓN PROCESOS Y EQUIPOS – Fundición

---

### GFURE Fundición

- 7 estanques de almacenamiento de concentrado.
- 7 Silos de concentrados con capacidad de 350 toneladas por unidad. Cada uno con su propio alimentador.
- Harneo vibratorio de concentrado (Retiro de arrastre de material).
- 1 planta de secado del tipo de lecho fluidizado.
- 1 horno de fusión Convertidor Teniente de 5 m de diámetro y 22 de largo.
- Sistema de inyección de concentrado por bombonas (2 líneas).
- Para la etapa de conversión, se tienen 3 convertidores Pierce Smith (2 operan y uno siempre en mantenimiento predictivo). Cada uno con 4 m de diámetro por 9 de largo.
- 2 Hornos Refino a fuego para el procesamiento de Blíster a cobre anódico. Cada horno con 4 m de diámetro y 12 m de largo.
- 2 ruedas de moldeo, con capacidad de 16 moldes por ruedas y cada molde genera ánodos de 224 kg.
- Para los gases generados en fusión y conversión, una planta de tratamiento de gases (con planta de ácido inclusive), con capacidad de 217.000 Nm<sup>3</sup>/h.
- Una planta de Oxígeno, con capacidad de generación de 16.500 Nm<sup>3</sup>/h.
- Para las Escorias generadas por el Convertidor Teniente, se tiene una planta de tratamiento de escorias compuestas por una etapa de Molienda SAG, Flotación Colectiva-selectiva, Espesadores y filtros de concentrado y Relave.

## Límites Técnicos Fundición – Criterios

### Consideraciones de diseño

- Planta Oxígeno y Planta de gases según manuales de proyectos.
- Planta tratamiento de escoria, según Percentil 98 (presenta cambios desde el diseño original).
- Todo en Función de concentrado nuevo, es decir, un 87% de la carga total (la diferencia es material circulante).
- Leyes de mezcla y Rendimientos, según diseño de proyecto y Programa P0 2020.
- El 75% de concentrado nuevo, es escoria a procesar (por diseño).
- CPS tiene capacidad de 10 carreras de 2,4 horas por día (teórico y sin pérdida de utilización).

### Consideraciones OEE

- *Benchmark* de industria base de datos Mckinsey&Co.
- -Afecta a Planta de Oxígeno. Si se utilizara disponibilidad estimada FURE sería un 99,8%.
- OEE Convertidor teniente, Planta secado y Planta tratamiento de gases de un 95,8% (23 de 24 horas en un día).
- OEE Planta tratamiento escorias es de 90,5% (según diseño de planta).
- Se consideran solo ejecuciones perfectas de mantenimiento planificado (0 correctivo).
- Pérdidas por utilización, solo por tiempos incidentales de la operación.
- En caso de Refino y Moldeo, mayor pérdida de utilización por limpiezas necesarias terminados los moldeos.
- Todos los límites técnicos, a máximo rendimiento.



A large industrial facility, likely a mining or processing plant, is shown at dusk. The sky is a deep blue, and the facility is illuminated by warm yellow lights. A prominent feature is a large, multi-story building with a red, vertically-ribbed facade. A long, elevated conveyor belt system runs across the scene, supported by metal structures. In the foreground, there are large piles of material, possibly ore or waste, and a green arrow sign pointing left. A yellow crane or bridge structure is visible in the background with the text "CAP 40/5". A red car is parked on the right side of the image. The overall scene conveys a sense of industrial activity and scale.

# \_ CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

### JUAN ROJAS SAAVEDRA

Gerente Corporativo de Excelencia Operacional

Nuestra Corporación avanza mirando el futuro con un propósito claro. Nuestro camino es impulsar la transformación cultural necesaria en Codelco, a través del empoderamiento de las personas y el diseño de palancas de gestión, para así elevar el desempeño del negocio.

Para lograr esta meta es fundamental nuestro sistema de gestión C+, pues sus cuatro disciplinas, Objetivo Común, Mejora Continua, Procesos Eficientes y Desarrollo de Personas, son claves para cumplir con el plan trazado y la estrategia de la compañía.

Nunca debemos olvidar que C+ es un habilitador de la excelencia para elevar el desempeño del negocio de cada centro de trabajo y es esta excelencia de cada uno de nuestros equipos de trabajo, la que se buscó plasmar en estas páginas con el desarrollo del proceso *Full Potential* de cada una de las divisiones de Codelco.

Sentimos orgullo, por primera vez el *Full Potential* (indicadores y metas) se trabajó transversalmente de manera estandarizada a nivel corporativo y fue la base de la mayoría de los Planes de Implementación Tácticos (PIT) estratégicos operacionales. Su elaboración permitió desafiar los límites técnicos de los procesos productivos e identificar brechas que permitieron levantar las palancas para posteriormente buscar cerrarlas, teniendo como resultado un PIT y una Aspiración desafiante.

Sabemos que el proceso no fue fácil, que no estuvo exento de dificultades. Sabemos que fueron horas de trabajo para lograr el resultado. No obstante, tenemos la convicción que el proceso liderado por los Directores de Excelencia Operacional divisionales y que contó con la participación de cada área y equipo de profesionales de los centros de trabajo, logró el análisis exhaustivo que la compañía necesita para avanzar de manera correcta.



Solo queda agradecer a quienes fueron parte del proceso en cada división. **Full Potential (indicadores y metas) Codelco 2021** será la base que guiará el desarrollo de esta importante práctica de nuestra metodología C+.



“TENEMOS LA CONVICCIÓN QUE EL FULL POTENTIAL LIDERADO POR LOS DIRECTORES DE EXCELENCIA OPERACIONAL DIVISIONALES Y QUE CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE CADA ÁREA Y EQUIPO DE PROFESIONALES DE LOS CENTROS DE TRABAJO, LOGRÓ EL ANÁLISIS EXHAUSTIVO QUE LA COMPAÑÍA NECESITA PARA AVANZAR DE MANERA CORRECTA.”







### **FULL POTENTIAL**

Esta primera edición, compuesta con la familia Roboto sobre Couché opaco de trescientos gramos. Se terminó de imprimir en el día treinta y uno de marzo de dos mil veintiuno, bajo la edición de SURMEDIA.

