UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

PROPUESTA METODOLÓGICA DE ANÁLISIS DE SISTEMAS COMPLEJOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE PÉRDIDA DE DESEMPEÑO TOTAL DEL SISTEMA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

ÓSCAR ALFONSO MAXIMILIANO JOSÉ ARANDA VALENCIA

PROFESOR GUÍA

PABLO VIVEROS GUNCKEL

VALPARAISO, 22 DE SEPTIEMBRE, 2017.

1 Indice

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 4

3 ALCANCE 6

4 OBJETIVOS 8

4.1 Objetivo General 8

4.2 Objetivos Específicos 8

5 MARCO TEÓRICO 10

5.1 Industria Minera En Chile 10

5.2 Lean Manufacturing 11

5.3 Value Stream Mapping 12

5.4 Sistemas Fraccionados. 13

5.5 Análisis de Pareto. 13

5.6 Simple Multi-atributte Rating Technique. 15

5.7 Overall Equipment Efectiveness 15

5.8 Disponibilidad 17

5.9 Utilización 18

5.10 Desempeño 19

5.11 Visual Basics for Aplications. 20

6 METODOLOGIA 21

6.1 Problemática. 21

6.2 Introducción a la Metodología Propuesta 22

6.3 Metodología Propuesta 25

6.3.1 Información Disponible 33

6.3.2 Representación del Estado Actual 37

6.3.3 Análisis Sistémico 40

6.3.4 Análisis de Propagación 43

6.3.5 Análisis de Resultados 46

7 APLICACIÓN NUMÉRICA 57

7.1 Calculo de Indicadores. 57

7.2 Análisis de Resultados 71

8 CONCLUSIONES 85

9 REFERENCIAS 88

10 ANEXO 91

10.1 Código de VBA 91

10.2 Tabla de Estados de la Base de Datos Utilizada. 135

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las empresas están insertas en un ecosistema altamente competitivo donde existe la presencia de una intensa competencia internacional, una rápida innovación en los productos, un aumento en el nivel de automatización y cambios organizacionales significativos en respuesta de las nuevas tecnologías de confección e información (Martínez et al, 2013). Es por esto que tienen la necesidad mejorar continuamente sus procesos operativos para no quedar atrás en un mundo de industrias altamente competitivas, donde no solo los niveles de costos pueden derivar directamente en la sustentación de la empresa, sino también los niveles de calidad pueden afectar directamente en la percepción de los usuarios que tienen sobre esta. En otras palabras, "para proveer a los consumidores con un mayor valor y satisfacción, las empresas deben ser eficientes, efectivas en costos y consientes de la calidad" (Deniz et al, 2013).

¿Cómo sobrevivir en este ecosistema altamente competitivo?

La respuesta a esta pregunta ha sido abordada desde diversos puntos de vista durante los últimos 70 años. La aproximación occidental fue generar un sistema basado en la producción en masa para lograr ser competitivos en este ambiente mientras que los japoneses tomaron el problema desde un punto de vista radicalmente distinto, creando una solución basada en el mejoramiento continuo, o mejor dicho *Kaisen (mejorar mil veces)*, para lograr un sistema eficiente que permita la reducción de costos a su mínima expresión (Melton, 2005).

Esta última fue originaria del Toyota Production System, donde diversas herramientas como el Just In time (JIT), Cellular Manufacturing, total productive maintenance y el suavizamiento de producción han sido vastamente utilizadas en diversas industrias, tales como automotoras, electrónica, productos de consumo y demás (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

"Mejorar mil veces" es una frase que incita el cambio, pero esta presenta la siguiente problemática a responder, ¿Cómo mejorar?, ¿Cómo identificar los procesos a mejorar?, ¿Por qué procesos comenzar?, ¿Cómo reconocer que procesos generan una mayor diferencia en la productividad?

La dificultad de responder las preguntas anteriores recae en dos factores importantes, el hecho de que cada empresa posee procesos diferentes donde la identificación de estos varía en cada una y la falta de herramientas prácticas para la administración del mantenimiento, las cuales pueden ser confeccionadas gracias a la facilidad que existe para el almacenamiento y procesamiento de datos consistentes y confiables (Park, 2006).

En particular, hay una necesidad por herramientas que ilustren, de manera clara y simple, los patrones de deficiencia que puedan existir en el desempeño de un equipo (Barberá et al, 2014), saber cuáles generan la mayor pérdida de la productividad total del sistema de manera cuantitativa y saber también las causas cualitativas de estas (Viveros et al, 2015).

¿Cómo lograr con la tecnología de hoy en día identificar las causas de la disminución de la productividad?

3 ALCANCE

Dentro del área de gestión de activos, existe importancia en conocer un orden de criticidad sobre los diversos activos existentes en un sistema, ya que sobre este orden determinado se efectúan las inversiones, gastos, arreglos y detenciones sobre los cuales se debe regir una empresa sobre sus activos.

Centrándose en la situación del país, Chile posee una estrecha relación entre su PIB y el sector minero, donde la participación de la minería en el PIB ha disminuido desde un 20.7% a un 9% aproximadamente. En el rubro minero existe una clara disminución en el precio del cobre durante los últimos 3 a 4 años, lo cual ha generado disminuciones en los ingresos de las diversas empresas relacionadas al rubro de este material(Comisión Nacional de Productividad, 2016), por lo cual ha nacido una clara necesidad de generar una mayor gestión de activos para disminuir el costo de producción en torno a las industrias de este material.

Dada la situación económica que se percibe en los últimos años y que ha sido expuesta anteriormente, se requiere de herramientas eficaces que faciliten un orden jerárquico de los activos que se tienen en posesión, ya que un análisis correcto sobre estos, conlleva a un aumento en la productividad de la empresa, lo cual puede significar una disminución de costos sustancial en beneficio de esta. En contraste, una mala representación de los sistemas, puede llevar a un análisis erróneo de la situación en la cual se encuentra una organización, lo que puede llevar a serios problemas entorno a la gestión de activos de esta.

Es por lo anteriormente mencionado que se necesita un algoritmo capaz de generar un análisis de criticidad sobre data histórica, que permita también el conocimiento de las

causas de estas detenciones y que a su vez permita tanto el cálculo de indicadores de gestión de activos como también permitir el mejoramiento continuo dentro de sí mismo, de tal manera entregar la información suficiente para tomar decisiones sobre si el activo debe de ser cambiado o el plan de mantenimiento no es el correcto. Este algoritmo debe poder ser digitalizado, debido a que hoy en día, la digitalización de datos facilita el correcto análisis de estos.

En consideración a la data histórica, los indicadores existentes tales como la disponibilidad y utilización entre otros, no poseen la capacidad de analizar sistemas más allá de aquellos en serie o redundancia total, en otras palabras, no permiten analizar sistemas complejos tales como los sistemas fraccionados, redundancia parcial y mezclas entre ellos.

Además, es importante la inclusión de la propagación de las fallas de cada equipo al sistema y a los otros equipos que conforman el sistema dado que, si bien inicialmente la falla de un activo en un sistema complejo no afecta por si solo al nivel de producción de un sistema, este en conjunto con otros equipos detenidos si pueden provocar disminuciones en términos productivos. Por lo cual se genera la interrogante de a qué equipo atribuir la disminución de la demanda ya que es incluso posible que el segundo equipo en fallar (que gatilla la disminución de producción) posea una capacidad abismalmente menor al primer equipo, sin embargo, esta disminución solo se generó al desactivarse el ultimo equipo.

4 OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una propuesta metodológica capaz de analizar el desempeño de un sistema y de sus componentes, por medio de una representación del sistema que permita relacionar la disminución del desempeño de cada equipo con la disminución de desempeño del sistema y como esto afecta a los otros equipos.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una propuesta metodológica de desagregación que permita separar procesos en sus distintos factores de producción y almacenar su información en una base de datos unificada. Para lograr una herramienta de desagregación eficiente, la cual no sobrecargue de información al usuario y que logre tener el nivel de especificación necesaria para lograr identificar los factores que generen la pérdida de productividad.

- Determinar un índice de desempeño que permita analizar los diversos niveles de performance de un sistema. Para lograr encontrar la relación entre la disminución de performance de cada activo con aquella del sistema.

- Determinar un índice de jerarquización que permita visualizar el impacto que posee cada equipo en el desempeño del sistema, de tal manera priorizar que proceso debe de mejorar en el sistema.

- Desarrollar una propuesta metodológica que permita representar y analizar, por medio de la data histórica, un sistema complejo compuesto por subsistemas fraccionados, con redundancias parciales o que posean una combinación de sistemas simples y complejos.

- Generar una propuesta metodológica que busque analizar la propagación de las detenciones individuales de un equipo en el sistema, y a su vez permita el análisis de las propagaciones de fallas del sistema, a otros equipos detenidos en el mismo instante.

5 MARCO TEÓRICO

Industria Minera En Chile

Chile es un país que tiene una fuerte dependencia económica en el sector minero, esto se debe a que la participación de la minería en el PIB del país ha fluctuado entre el 9% y el 20.7% (Consejo Minero, 2016), debido a lo anterior, el bienestar de Chile está fuertemente ligado a la producción del mercado minero.

Durante la historia reciente de Chile (1960 a 2014), las exportaciones chilenas promediaron los US$23.943 millones (dólares 2014), representando en promedio más de un quinto del total del PIB para cada año (21,1%). Sin embargo, la evolución de las exportaciones en el país no ha sido siempre igual y en la actualidad dista bastante de la realidad de hace 55 años (Rodríguez et al, 2015).

Si se analizan los precios del cobre en los últimos años, se puede apreciar una tendencia a la baja del precio de este a partir del año 2011, precio el cual de haberse situado en el valor de $4 USD hasta llegar a alcanzar un valor cercano a los $2 USD la libra. Este valor, acompañado del encarecimiento de la extracción del cobre en los últimos años, ha generado una considerable disminución en las ganancias adjudicadas por las empresas del sector (Banco Central, 2015).

A este panorama previamente señalado, es necesario adjuntar el hecho de que los niveles de productividad en el sector minero también han mostrado una tendencia a la baja significativa, siendo esta de alrededor de un 20% en el periodo del 2000-2013 (Castillo et al, 2015).

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se puede apreciar una clara necesidad de aumentar el desempeño de los sistemas involucrados en el sector minero para poder

aumentar la rentabilidad del sector, y de esta manera, contribuir con un aumento al bienestar en Chile. Es por esto que se debe de hallar diversos métodos de análisis y optimizar los procesos involucrados en la obtención de material minero, herramientas las cuales no solo pueden servir para esta industria en partículas, sino que pueden aumentar la productividad del capital en cualquier industria que se encuentre pertinente la utilización de los métodos expuestos próximamente.

Hoy en día, existe una corriente de herramientas para el análisis de sistemas, al igual que para la mejora de estas. Esta área es llamada mejora continua o Lean manufacturing, la cual posee las características que se requieren en el panorama anteriormente descrito.

Lean Manufacturing

Muda es una palabra japonesa la cual significa desperdicio, en otras palabras, aquello que absorbe recursos de la empresa, pero no otorga valor agregado al producto.

大野耐 (Taiichi Ohno), un ejecutivo de Toyota que fue uno de los precursores del Lean Manufacturing, identificó los primeros 7 tipos de *muda*, los cuales independiente de la forma de concepción, estos están presentes en todo el proceso de producción. La solución a estos desperdicios es lo que se conoce como Lean Thinking o Lean Manufacturing (Womack, 2003), en otras palabras, esto significa, producir lo necesario, con los materiales necesarios, en el momento oportuno.

Una herramienta del Lean Manufacturing es el método *Kaizen* el cual consiste en ayudar a la empresa a eliminar los problemas por medio de separarlos en partes más pequeñas lo que permite a las compañías a resolver estos con mayor facilidad y hacer mejoras en el proceso (Choomlucksana et al, 2015).

En el presente, el Lean manufacturing está enfocado en eliminar continuamente todo lo que no agregue valor al proceso, y esto puede ser implementado en industrias de cualquier tipo por medio de una vasta variedad de herramientas tales como el método de las *5s, SMED, FMECA, OEE, JIDOKA, POKA- YOKE, Value Stream Mapping, Mantenimiento Productivo Total* entre otros.

Dentro de todas las herramientas existentes, se deben utilizar aquellas que puedan encontrar los problemas de *muda* en el sector de la industria a analizar y además permitan generar una representación del sistema de interés o bien aporte para la jerarquización de equipos dependiendo de su aporte en la disminución del desempeño del sistema.

Value Stream Mapping

La herramienta Value Stream Mapping (VSM) consiste en una útil técnica para identificar oportunidades de esfuerzos *Kaizen* para eliminar desperdicios del sistema. Un VSM es definido como todas las acciones que agregan y no agregan valor y son necesarias para trasladar un producto por los flujos necesarios de cada producto, siendo el flujo de producto el punto desde que se tiene la materia prima hasta que el producto llega a las manos del consumidor. El beneficio recae en ser un método visual que permite de forma simple y clara el estado del desempeño de una línea productiva o cualquier sistema estudiado (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Un análisis VSM permite representar un proceso productivo de manera visual y sencilla, sin embargo, representa a este como una cadena de valor y no se enfoca en desagregar el sistema en sus distintos componentes y subsistemas, ya que este lo hace visualizando cada estado de proceso productivo.

Esta herramienta se puede utilizar como una primera guía en cuanto a proponer una metodología de análisis que sea capaz de representar la situación de un sistema, aunque para lograr aquello se debe poder representar sistemas complejos.

Sistemas Fraccionados.

Dentro de las configuraciones de sistemas que pueden ser considerados como configuraciones complejas, se tienen los sistemas fraccionados. Los sistemas fraccionados consisten en dos o más sistemas que trabajan de manera conjunta, los cuales se reparten la carga de producción según una regla de decisión tomada por la organización dueña del sistema, esta regla de decisión suele ser usualmente según la capacidad de cada activo. A modo de ejemplo, se tienen 3 equipos con impactos de 50%, 30% y 20% en el proceso, por lo tanto, la detención de cualquiera de ellos tiene un impacto parcial sobre el sistema dependiendo de la capacidad de procesamiento perdida (Arata & Villalón, 2008).

Conocer como representar un análisis fraccionado puede ser considerado como factor clave para la confección de esta propuesta metodológica, sin embargo, esto por sí solo no es suficiente para lograr generar una propuesta como la deseada, para esto se necesitan otras formas de análisis tales como lo es la jerarquización de los equipos involucrados en el sistema a analizar.

Análisis de Pareto.

Dentro de las herramientas de la gestión de activos, existen aquellas encargadas de buscar una jerarquización de los equipos involucrados en un sistema, dentro de estas se encuentra el Análisis de Pareto.

“El análisis de Pareto, o análisis 80-20, conceptualmente corresponde a una técnica de priorización de decisiones fundamentada en el principio de “Pocos vitales, muchos triviales”. Se refleja su funcionalidad en la priorización de los elementos más críticos al interior de un sistema” (VERGARA, 2012).

Está es una herramienta grafica para evaluar variables como modo y tipo de falla, tipo de equipo, piezas involucradas, etc. Y a su vez también evalúa efectos cuantitativos como los costos del sistema debido a la falla, la inferencia en costos globales, costos de ineficiencia, etc.

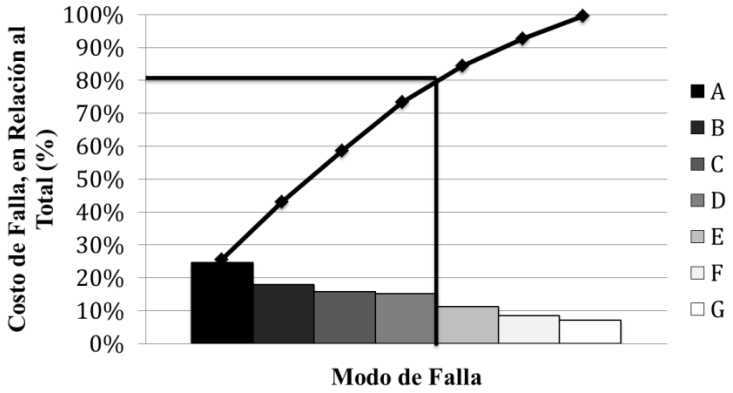

Figura 5.1: Diagrama de Pareto. Fuente: Vergara 2012.

En la Figura 4 se presenta el diagrama de Pareto, donde se visualiza, para este ejemplo, que los modos de falla con mayor repercusión son A, B, C y D, ya que sus costos de falla representan el 80% del total de dichos costos. Por lo tanto, se deberá priorizar la mantención en estos modos de falla.

Dentro de las ventajas presentadas por este método, se encuentra la facilidad de su aplicación, sin embargo, también posee serias falencias como: la dificultad para generar este análisis en más de un activo al mismo tiempo y que al basarse en diferentes elementos para

la cuantificación de la criticidad, se dificulta encontrar que factor es el causante del mayor impacto negativo en el sistema.

Simple Multi-atributte Rating Technique.

Otra herramienta que permite generar una jerarquización de los diversos equipos involucrados en un sistema es el Simple Multi-atributte Rating Technique, también conocida como SMART. Este método, fue desarrollado por Edwards en 1971 y luego bautizado en 1977 como SMART, este método utiliza una aproximación unidimensional en funciones de utilidad (Edwards, 1994).

Como se presenta en (VERGARA, 2012) esta técnica es de tipo mixto, numérico y multicriterio, puede ser utilizada cuando las alternativas en cuestión son proclives de ser añadidas al modelo durante su construcción, además de ser asignables a un ranking más directo (no tan cualitativo como para requerir comparaciones de a pares como el AHP). Consta los siguientes pasos en su elaboración:

- Definir las alternativas.
- Definir los atributos.
- Generar un ranking las alternativas para cada atributo.
- Aplicar las ponderaciones de balance (Swing weights).

Si bien, estos métodos para determinar criticidad son eficientes, pueden ser mejorados y enfocados desde un punto de vista enfocado a la disponibilidad y utilización de los equipos.

Overall Equipment Efectiveness

La medición en base a datos duros, es necesaria para el proceso de mejoramiento continuo. Es imperativo debido a la necesidad de establecer una métrica apropiada para el

proceso de medición. El Overall Equipment Efectiveness (OEE) puede ser definido como la combinación de mantenimiento operativo, gestión de activos y disponibilidad de recursos (Gupta & Garg, 2012).

OEE es un método pertinente para poder establecer un punto comparativo entre diversos activos y de esta manera, generar un orden por criticidad entre las máquinas de un sistema productivo. OEE es una herramienta que permite generar una jerarquización de activos a partir de la performance de estos, relacionando los indicadores de calidad, desempeño y disponibilidad para generar un análisis como el necesitado (Andersson & Bellgran, 2015).

Este indicador puede ser definido como:

$$OEE: Calidad * Desempeño * Disponibilidad$$

Fórmula 5.1: Cálculo de OEE. Fuente: Andersson & Bellgran, 2015.

Donde de forma alternativa, también se puede definir como:

$$OEE^{*}: Calidad * Utilización * Desempeño * Disponibilidad$$

Fórmula 5.2: Cálculo de OEE*. Fuente: Andersson & Bellgran, 2015.

La diferencia sobre cada interpretación del OEE recae en la situación en cual se esté aplicando, ya que existen casos donde la implementación de un OEE es más efectiva que aplicar un OEE^{*} y viceversa.

Este indicador posee la capacidad de analizar el performance de los equipos involucrados en un sistema, por lo cual este indicador es de bastante interés para el fin de la metodología a presentar, ya que esta busca la jerarquización de equipos a partir del

performance de estos y como este performance influye en el sistema. Dado el interés que existe en este indicador, se procederá a presentar los indicadores que componen el OEE, ya que estos pueden resultar ser útiles para la propuesta a presentar.

Disponibilidad

Dentro de los indicadores de interés que pueden ayudar a estudiar el desempeño de equipos en un sistema, se tiene la disponibilidad. La disponibilidad se puede definir como el tiempo en que una maquina o un sistema puede estar efectivamente funcionando de manera operativa en contraste al tiempo por el cual debería estar funcionando de manera programada, en otras palabras, se puede definir como el tiempo que la maquina está funcionando entre fallas (*mean time between failure, MTBF*) y el tiempo que el equipo está detenido por alguna falla (*mean time to repair, MTTR*).

Visto de forma algebraica:

$$Disponibilidad\ (A): \frac{up\ time}{up\ time + down\ time}$$

Fórmula 5.3: Cálculo de Disponibilidad. Fuente: Elaboración propia.

También puede ser definida como:

$$Disponibilidad\ (A): \frac{\mathrm{MTBF}}{\mathrm{MTBF} + \mathrm{MTTR}}$$

Fórmula 5.4: Cálculo alternativo de Disponibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Donde, para tanto la fórmula 5.3 como la 5.4 *Uptime* se puede definir como el tiempo operativo más el tiempo ocioso de la maquinaria y *Downtime* se puede definir como la suma

de los tiempos muertos logísticos y administrativos más el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo (Frederick S, 2009)

Para el cálculo de disponibilidad en un sistema, se debe de analizar el caso que se presenta y utilizar la aproximación adecuada necesaria, donde A_i corresponde al valor de la disponibilidad del componente i-ésimo, se tiene que

Sistema en serie:

$$A_{serie}: \prod_{i}^{n} A_i$$

Fórmula 5.5: Cálculo de Disponibilidad equivalente en sistemas en serie. Fuente: Elaboración propia.

Sistema en paralelo con redundancia total:

$$A_{Redundancia\ total}: 1 - \prod_{i}^{n} (1 - A_i)$$

Fórmula 5.6: Cálculo de Disponibilidad equivalente en sistemas en redundancia. Fuente: Elaboración propia.

(Frederick S, 2009).

Utilización

Otro factor de interés a introducir es el de utilización, esto se debe a que este también es un indicador útil para el análisis de desempeño de los activos, sin embargo, se diferencia de la disponibilidad al cambiar la concepción del *downtime*. La utilización se define como el tiempo operativo en contraste con el tiempo disponible de una maquina o sistema. Esto desde un punto de vista matemático se apreciaría como:

$$Utilización: \frac{Tiempo\ Operativo}{Tiempo\ Disponible}$$

Fórmula 5.7: Cálculo de utilización. Fuente: Elaboración propia.

Siendo el tiempo operativo aquel donde la maquina está en operación, descontando las detenciones planeadas o fortuitas.

El tiempo disponible está definido como el horizonte de tiempo planeado (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Desempeño

Otro indicador de interés para el análisis de performance de los equipos que componen un sistema es el de performance o desempeño. Desempeño (P), también conocido por su nombre en inglés como performance, busca medir las pérdidas de efectividad provocadas por detenciones parciales o totales del equipo causadas por tener a este en capacidad ociosa o por un requerimiento operacional a un nivel más bajo del requerido para funcionar en su totalidad (Gupta & Garg, 2012). Visto de manera algebraica tendría la siguiente forma:

$$Desempeño\ (P): \frac{Tiempo\ equivalente\ de\ producción}{Tiempo\ operativo}$$

Fórmula 5.8: Cálculo de Desempeño. Fuente: Elaboración propia.

Donde el *tiempo equivalente de producción* se define como la desviación de la carga de producción actual y velocidad relativa, de la capacidad de producción de diseño.

Los indicadores y herramientas anteriormente descritas pueden ser utilizadas para generar el análisis necesario de tal manera crear una jerarquización la cual esté relacionada

con el desempeño de los diversos equipos de un sistema a analizar, no obstante generar este análisis de manera manual ha de requerir una cantidad considerable de tiempo al igual que efectuar cálculos repetitivos lo cual puede inducir errores no deseados, por lo tanto se ha de requerir un método de automatización de la propuesta como generar un código a partir de un lenguaje de fácil uso.

Visual Basics for Aplications.

Dada la gran cantidad de data que se debe analizar, es relevante considerar un lenguaje de programación para automatizar la aplicación de la propuesta metodológica, por lo cual se propone utilizar Visual Basics For Aplications como lenguaje para programar la propuesta. Visual Basics For Aplications (VBA) es un lenguaje de programación por eventos desarrollado por Microsoft el cual contiene un desarrollo integrado que posee un editor de texto, un depurador, un compilador y un editor de interfaz gráfica, posee una curva de aprendizaje bastante rápida, lo que permite aprender con facilidad a utilizar dicho lenguaje. Además, puede ser utilizado para generar extensiones en programas de Office tales como Excel.

Es por lo anterior que esta es una herramienta simple para generar algoritmos de cálculo utilizando como base todas las funciones que Excel entrega, permitiendo una interfaz ya conocida para el usuario al generar el algoritmo como una Macros para dicho programa (Tylee, 1998).

6 METODOLOGIA

Problemática.

El análisis de información histórica es de suma importancia para la realización de estudios en variadas áreas de las organizaciones. Este tipo de análisis sirve en gran medida para comprender el funcionamiento de un sistema en específico, lo cual permite una amplia gama de posibilidades en cuanto a la gestión de activos o también en la toma de decisiones de distintas áreas funcionales de una empresa.

Algunos usos de data histórica para efectuar distintos análisis son los cálculos de confiabilidad, disponibilidad, utilización, mantenimiento, performance, entre otros utilizados para el análisis de activos o sistemas. Sin embargo, el efectuar un análisis de como los sistemas son afectados por sus componentes y en qué medida el sistema afecta a su vez sobre ellos es algo que no se puede efectuar con estos factores en sistemas complejos compuesto de diferentes configuraciones, ya que a través del cálculo individual no se puede alcanzar una conclusión del sistema en general y tampoco se puede saber viceversa.

Si al análisis de data histórica se le agrega una representación lógica de la composición y funcionamiento del sistema, es posible efectuar un análisis más profundo e intenso sobre su funcionamiento, programación de mantenimiento, configuración del sistema y criticidad de los activos. Existen diversos modelos para representar un sistema, tales como sistemas probabilísticos, determinísticos, simulación para eventos discretos, etc. Sin embargo, debido a las características de cada modelo, no siempre es posible aplicar cualquier modelo a un sistema determinado.

En cuanto a la criticidad de activos, existen diversos métodos para calcular la criticidad dentro de un sistema como el método de Jack Knife, Análisis de Paretto, Analytic Heriachy Process, Sistem Eficiency Influence Diagram, método SMED, etc. Sin embargo, estos modelos no explican cómo cada activo afecta al sistema de manera particular o en qué proporción son las fallas de los activos importantes para el sistema.

No obstante, es necesario efectuar un algoritmo para calcular la criticidad de los distintos activos de un sistema por medio de la data histórica, y que a su vez utilice la información de la configuración del sistema a analizar, considerando también el efecto que tiene cada detención de un activo sobre el sistema y como esta falla se propaga hacia los otros activos, repercutiendo también en el cálculo de indicadores de estos.

Sobre el análisis de data histórica, los indicadores solo permiten el análisis de equipos de manera individual, del sistema de manera global o de sistemas simples, tales como sistemas en serie o sistemas en paralelo con redundancia total, sin embargo, para sistemas complejos como redundancia parcial o sistemas fraccionados no es posible generar análisis, por lo cual para la combinación de componentes complejos es algo que estos indicadores tampoco permiten. De ahí la necesidad de generar una propuesta metodológica que permita el análisis de este tipo de sistema o combinación de estos a través de la data histórica, con tal de servir como apoyo para la correcta administración y toma de decisiones respecto a los activos de una organización.

Introducción a la Metodología Propuesta

El análisis de data histórica, es un tipo de análisis utilizado por diversas organizaciones en diversas áreas de estudio. Estos estudios se hacen con el fin de aumentar

el grado de comprensión que poseen las organizaciones sobre sus sistemas, lo cual permite profundizar en el conocimiento necesario para tomar decisiones tanto en el ámbito administrativo como en el de toma de decisiones (Grubessich et al, 2014).

Representar la data histórica y analizarla es un tema bastante amplio que puede ser utilizado en diversas áreas. En cuanto a la gestión de activos, este puede ser utilizado tanto como para un análisis histórico como también entender cómo se comportan las detenciones de los equipos y estimar a futuro las diversas posibilidades.

En cuanto a los métodos de análisis de data histórica en la gestión de activos, el análisis de las propagaciones de detenciones de los activos es algo de interés debido a que una falla, que por sí sola no ha de influir en el sistema, puede ser influyente al propagarse una segunda falla que esté presente de forma simultánea. De la sentencia anterior nace la importancia de modelar y representar un sistema de manera correcta, debido a que, al errar en la representación de esto, puede llevar a la toma errónea de decisiones traduciéndose en pérdidas para las organizaciones.

Dentro de los análisis a partir de información histórica, es posible calcular indicadores como la confiabilidad, mantenimiento, utilización y disponibilidad entre otros, lo que permite describir el funcionamiento de tanto los equipos como también el sistema (Ahmad & Dhafr, 2002; Caldeira et al, 2013; Muchiri et al, 2011), sin embargo, no hace un análisis de como las falencias de los equipos repercuten tanto en el sistema como en otros equipos.

Para explicar el algoritmo propuesto, es necesario explicar de manera general cómo representar un sistema al igual que cómo tratar la data histórica para trabajar con el algoritmo. En cuanto a la representación de un sistema, se explicará cómo implementar un esquema que

permita la visualización del sistema como de sus partes. Por otra parte, se explicará cómo obtener y procesar los datos históricos de los activos de tal manera de poder utilizarlos sin problemas mayores en el algoritmo propuesto.

Para dar inicio a la explicación, es necesario entender cuál es la configuración lógica del sistema a analizar, esto quiere decir cuántos activos componen el sistema, cuales son las capacidades de cada activo, la configuración en la cual están dispuestos los activos, la capacidad de los subsistemas resultantes de la configuración de los activos y la demanda total del sistema. El siguiente esquema presenta como ejemplo la configuración de un sistema simple de distintos niveles.

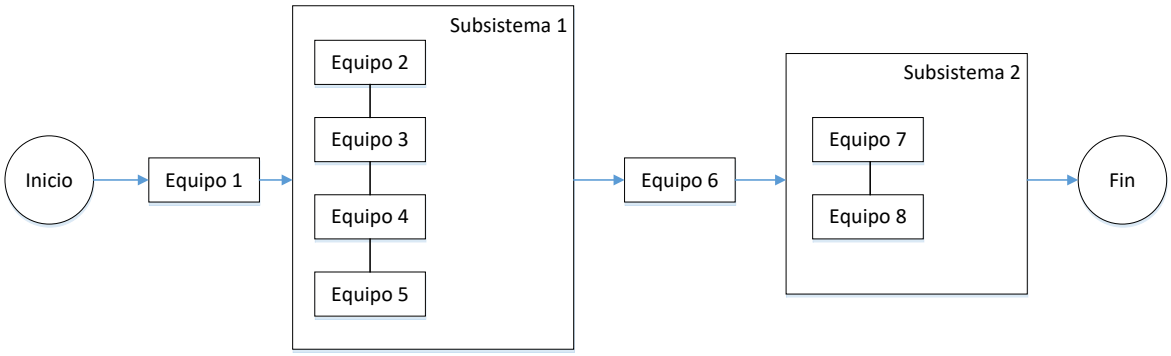

Figura 6.1: Ejemplo configuración lógica de un sistema. Fuente: Elaboración propia

En el esquema anterior se puede apreciar la representación de un sistema compuesto de 7 activos, el cual posee dos subsistemas en fraccionamiento. Conocer la configuración lógica de un sistema es un elemento crucial para la implementación del algoritmo a explicar.

Es de tomar en cuenta que la representación de sistemas complejos para el análisis de datos tal como sistemas en configuración fraccionada representan un desafío, esto se debe a que gran parte de los indicadores están desarrollados de tal forma que solo puedan analizar la data histórica de componentes por si solos o sistemas simples. Por esto nace la necesidad

de encontrar una metodología capaz de generar un análisis sobre este tipo de sistemas complejos a través de la data histórica.

En cuanto a la data histórica, es necesario generar una base de datos con la data necesaria para la utilización de esta herramienta, por lo cual se debe sustraer la información de las bases de datos necesarias donde se contenga la información requerida para cada activo, de tal manera crear una base de datos unificada pertinente la cual, en conjunto de la configuración lógica del sistema, permitirá el cálculo de indicadores necesarios. Los datos relevantes para este algoritmo son: La capacidad de cada activo, tiempo histórico de la falla de cada activo del sistema, tiempo de reanudación de cada activo del sistema, tipo de detención (mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o detención operacional) y causa de la detención. Dada la naturaleza de los datos requeridos, es posible que se encuentren en diversas bases de datos, por lo cual se explicaba anteriormente la necesidad de la implementación de una base de datos unificada. A partir de estos datos, es posible comenzar con el cálculo de criticidad.

Metodología Propuesta

Algoritmo

"Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema"

Para comenzar a explicar esta propuesta metodológica es necesario introducir primero la propagación de fallas en un sistema, en que consiste una propagación, quienes relaciona, en que sentidos relaciona a sus partes y también algunos casos que pueden ser considerados como comunes.

La propagación de fallas hace alusión a como es afectado el desempeño de un sistema debido a la disminución en el desempeño de un equipo perteneciente a este sistema, además la propagación también considera como esta disminución en el desempeño del sistema afecta a otros equipos distinto de aquel que falló en primer lugar, a modo de analogía se puede decir que la propagación de una falla se puede visualizar como la responsabilidad que toma un sistema sobre la falla de alguno de sus componentes, y como esta responsabilización puede afectar a otros componentes del sistema.

Figura 6.2: Esquematización de la propagación de falla. Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 6.2, en el estado 0 se observan todos equipos que componen al sistema se encuentran en buen funcionamiento, luego el equipo 3 debe efectuar una detención por alguna razón determinada generando el estado 1, lo anterior da paso al estado 2 donde el sistema se ve afectado por la baja del equipo 3 ya que en las condiciones actuales, su desempeño se ve disminuido en comparación aquel del estado 0, por último, en el estado 3 se puede ver como la disminución del desempeño afecta a los equipos 1 y 2 ya que ahora se les solicita a estos que se encarguen de la carga inicialmente asignada al equipo 3, ya sea aumentando la capacidad de los equipos 1 y 2 parcial o totalmente, por el tiempo que dure la detención de este equipo.

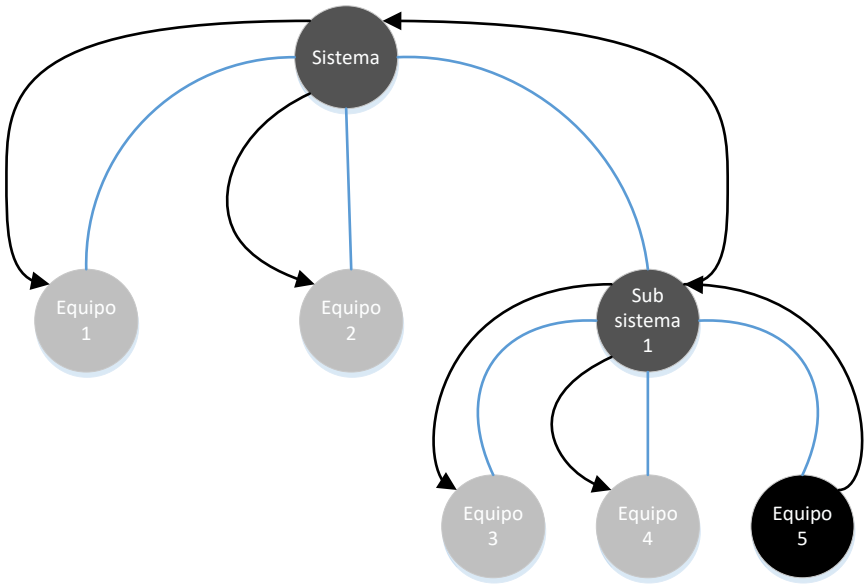

Figura 6.3: Propagación en sistemas compuestos por subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6.3 se puede apreciar como una detención en un equipo dentro de un subsistema puede afectar, no solo al subsistema que este compone, sino también al sistema general. Esto quiere decir que las propagaciones de falla se pueden dar independiente del nivel de anidación que posea el equipo detenido, ya que esta lógica se puede aplicar para n niveles de subsistemas anidados.

La explicación anterior hace alusión a cómo funciona la propagación de manera sistémica, en otras palabras, a como se relacionan a grandes rasgos las partes de un sistema representado por un árbol donde cada componente del sistema se desagrega en subcomponentes hasta llegar al nivel de detalle deseado. Con la comprensión de estas relaciones se puede analizar qué factores se propagan y como.

Los factores a propagar pueden ser separados en dos categorías, factores de propagación cuantitativos y factores de propagación cualitativos. Los factores de propagación cuantitativos son:

- La capacidad de los equipos o sistemas.
- Tiempo en el cual los equipos o sistemas pueden (o no) producir.

En cuanto a los factores cualitativos a transmitir, estos son:

- Tipo de detención de equipos o sistemas (MC, MP, DO).
- Causas de detención.

En cuanto a estos 4 factores de propagación, al efectuarse una falla y trasladarse del estado 0 al estado 3 como se puede observar en la imagen 6.2, el equipo 3 propaga al sistema la disminución total que observa en sí mismo como una disminución en la capacidad de producción del sistema, luego este propaga a los otros componentes el efecto de esta disminución en la producción del sistema como una solicitud de aumento de producción al resto de los equipos que están en paralelo (o fraccionado) con el equipo detenido. En este caso, la propagación es considerada directa ya que los efectos que propaga el sistema son iguales a aquellos que percibe de la falla original, sin embargo, es importante comprender que un equipo o sistema no necesariamente propaga el mismo factor o efecto que recibe, lo cual será nombrado como propagación indirecta.

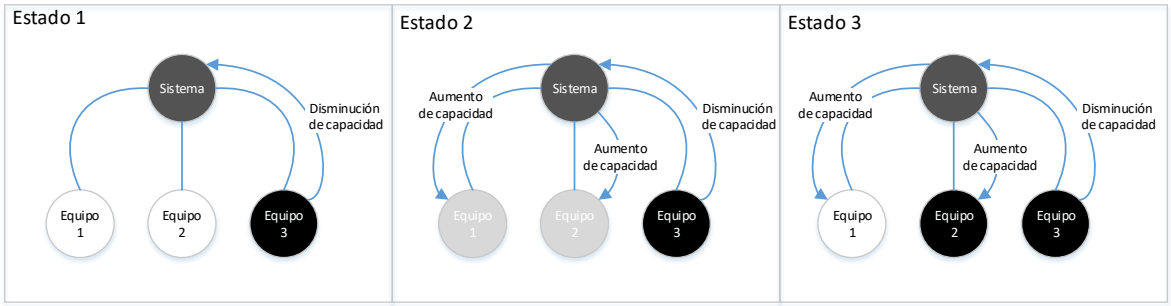

Figura 6.4: Propagación indirecta de factores. Fuente: Elaboración propia.

La propagación indirecta hace alusión a casos en los que un sistema perciba una detención de alguno de sus componentes, por lo cual esta se propague con uno o más factores como se puede apreciar en el estado 1 de la figura 6.4 donde el equipo 3 se detiene y esta se propaga de forma ascendente, luego de esto, el sistema percibe esta propagación ascendente y la procesa como un requerimiento en el aumento de la demanda de los otros equipos como se puede ver en el estado 2 de la figura 6.4, por último, el aumento de estos requerimientos genera que el equipo 2 se deba detener antes de lo programado inicialmente ya que este tuvo que mantenerse en un funcionamiento a un nivel de producción superior al programado, por lo tanto se puede considerar como una propagación indirecta la detención del equipo 2 como se puede apreciar en el estado 3 de la figura 6.4. Dado que la propagación indirecta no suele ser inmediata, encontrar los equipos o detenciones responsables en un sistema real suele ser engorroso ya que existe un mar de información el cual se debe analizar,

En cuanto a las situaciones que han de existir sobre propagaciones, se pueden simplificar a dos situaciones distintas las cuales se pueden generalizar para aplicar en situaciones más complejas, siendo estas:

- Un equipo está detenido cuando todos los equipos están en funcionamiento.
- Un equipo está detenido cuando hay uno o más equipos detenidos actualmente.

La importancia de diferenciar estas situaciones recae en que existen efectos de la propagación que poseen ligeras diferencias cuando solo hay un equipo detenido a diferencia de cuando hay dos o más equipos detenidos durante un mismo periodo de tiempo, ya que al existir un solo equipo en detención, la propagación de los efectos se pueden relacionar

directamente al equipo causante de la detención, sin embargo, al existir más de un equipo detenido simultáneamente se debe de distribuir la atribución de los efectos ligados a la propagación de las fallas.

Esta distribución de la atribución de fallas en cuanto a la propagación de efectos en sistemas es de importancia ya que esto permite jerarquizar los diferentes equipos que componen un sistema según como afectan estos al desempeño tanto global como de otros equipos del sistema.

Dado que ya existe una concepción de la idea de propagación sistémica, se puede dar inicio a explicar la propuesta metodológica, la cual utiliza el fenómeno de propagación para el análisis de este. Para explicar la propuesta de manera fácil y sencilla, se ha esquematizado el proceso para simplificar la comprensión de este. Además, se ha separado el esquema en diferentes partes para explicar el proceso de análisis paso por paso.

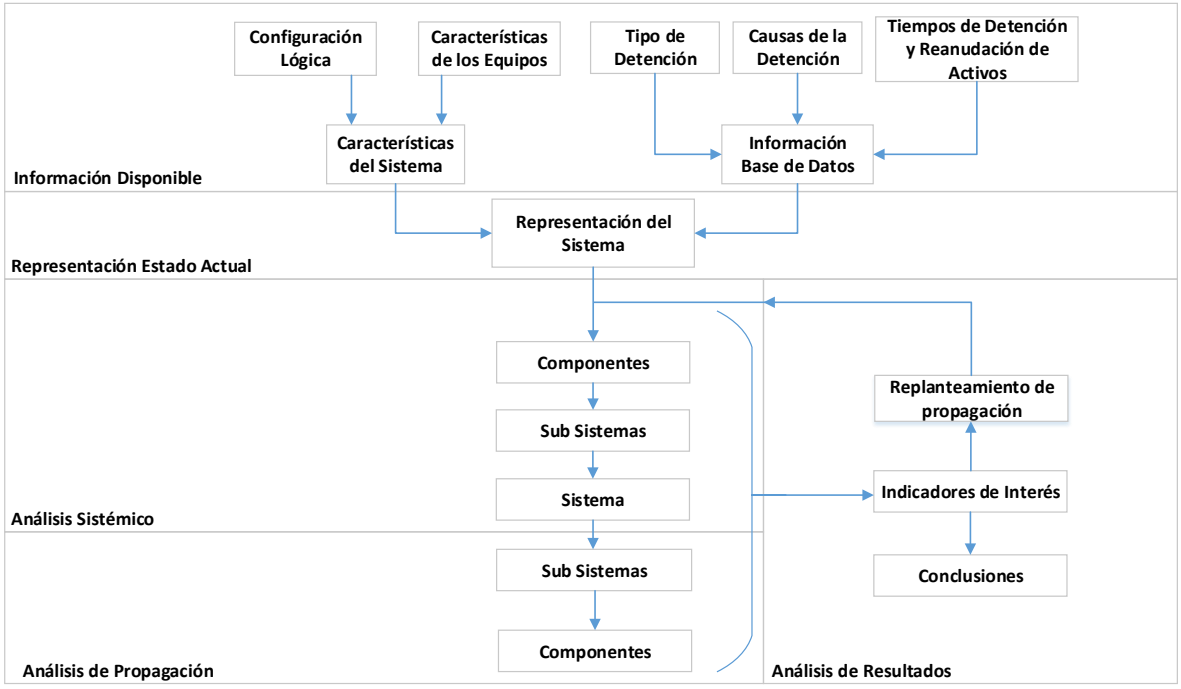

Figura 6.5: Esquema de Metodología Propuesta. Fuente: Elaboración propia

El esquema anterior presenta la metodología con sus respectivas divisiones de las etapas clave del proceso, siendo estas:

- Información Disponible: Este segmento trata de recopilar y ordenar la información necesaria para la implementación de la herramienta, en esta parte del proceso, es necesario tomar la información de diversas bases de datos.
- Representación Actual: Consta de generar una representación del sistema actual con los datos preparados para los análisis posteriores.
- Análisis Sistémico: Análisis de cómo afectan al sistema las detenciones individuales de los activos durante el horizonte de tiempo.
- Análisis de Propagación: Análisis de cómo se propagan las fallas individuales del sistema a cada equipo. Para este segmento del análisis, es necesario utilizar una metodología de distribución de fallas en los activos involucrados determinada previamente.
- Análisis de Resultados: Generación de indicadores a partir de los datos obtenidos anteriormente, análisis de indicadores y cuestionamiento de la metodología utilizada junto con los resultados obtenidos.

El esquema anteriormente expuesto es utilizado para explicar la lógica de análisis de la herramienta. Sin embargo, es necesario también esquematizar la metodología a utilizar para esta herramienta, la cual se puede ver presentada en la siguiente figura.

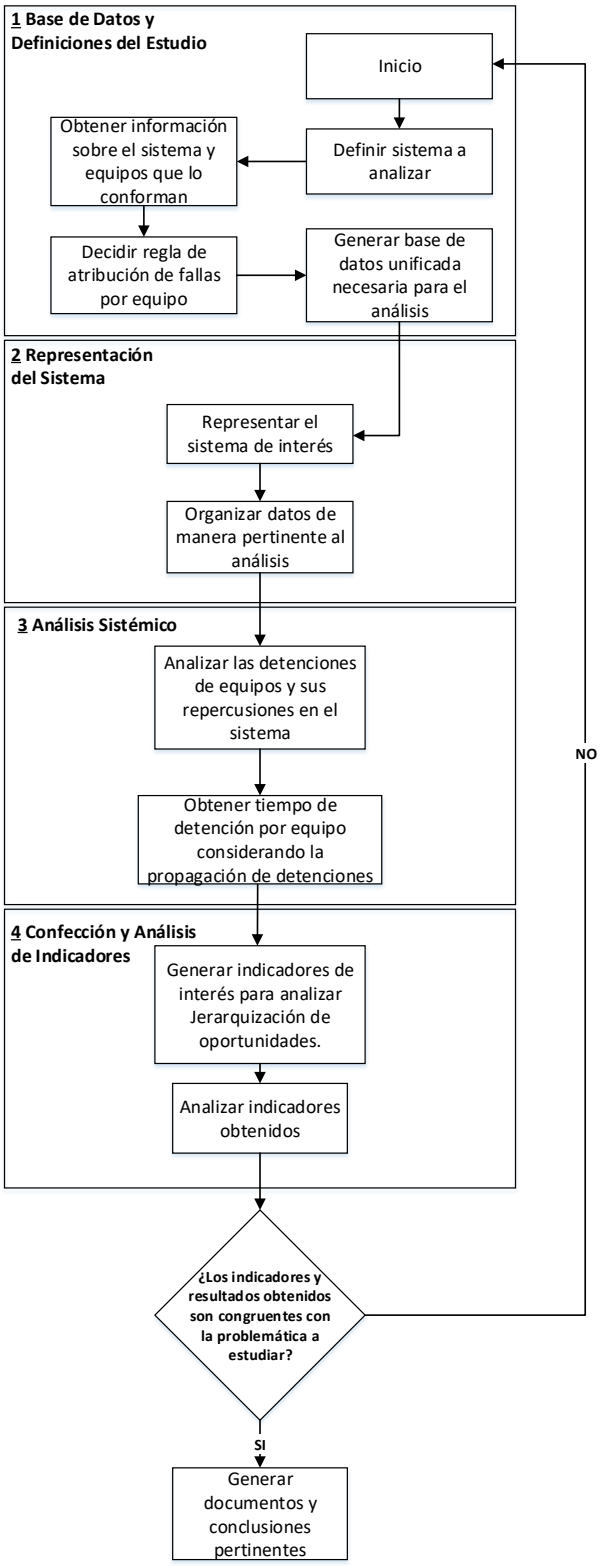

Figura 6.6: Esquema del modelo conceptual de la herramienta. Fuente: Elaboración propia

El esquema presentado en la figura 6.6 representa los 4 pasos que existen en el modelo conceptual de la propuesta, lo cuales se pueden dividir en los siguientes:

- Base de Datos y Definiciones del estudio: en este paso se debe analizar y determinar la extensión del sistema y los componentes de este, proponer una regla de distribución de fallas y generar una base de datos que sea acorde a la propuesta y sistema a analizar.
- Representar el Sistema: Generar una representación del sistema con los datos obtenidos y generar un orden de estos.
- Análisis sistémico: Analizar las detenciones y sus propagaciones tanto a nivel sistémico como a nivel de equipo, para luego obtener información de interés.
- Confección y Análisis de Indicadores: Confeccionar indicadores del proceso a partir de los datos obtenidos y analizar estos, de tal manera generar información beneficiosa para la organización y que sea comprensible para distintas áreas de esta.

Para implementar esta propuesta de manera exitosa, es necesario comprender paso por paso su estructura, la importancia de cada una de sus partes y los agentes involucrados en estos, por lo cual se procederá a explicar estas.

6.1.1 Información Disponible

Para comenzar, se debe de explicar lo que se entiende como información disponible, siendo esta subdividida en dos grandes grupos, características del sistema y base de datos.

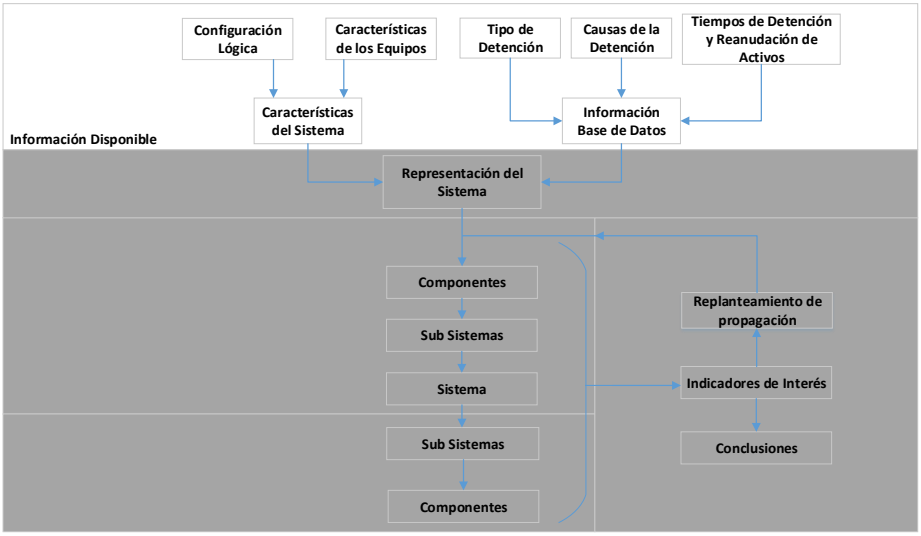

Figura 6.7: Información disponible. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las características del sistema se encuentran la configuración lógica del sistema y las características de los equipos que lo componen. En cuanto a la configuración lógica, es importante destacar que esta herramienta permite el análisis de sistemas con configuraciones simples como una configuración en serie, configuraciones complejas, tales como sistemas con redundancia total, parcial, y fraccionamiento, como también diversas combinaciones de las configuraciones anteriormente mencionadas. Es importante generar un buen análisis sobre la configuración del sistema y relaciones entre equipos, dado que esta información se utiliza como base para el análisis de propagación de fallas y también como base para el cálculo de tiempos inutilizables asignados a cada equipo.

En cuanto a las características de los equipos, se debe recopilar las capacidades de cada uno de estos, así como también definir el tiempo de inicio del análisis, este debe ser el mismo para todos los equipos y a partir de este se iniciará un tiempo de análisis “0”.

Es de importancia para la metodología propuesta el generar una base de datos unificada que contenga tan solo la información relevante para el cálculo y análisis a generar.

Dado que las Organizaciones poseen la información de interés de los equipos repartidas en distintas bases de datos, se hace necesaria la recopilación de estos para generar la base de datos unificada tal como se representa en la figura 6.8.

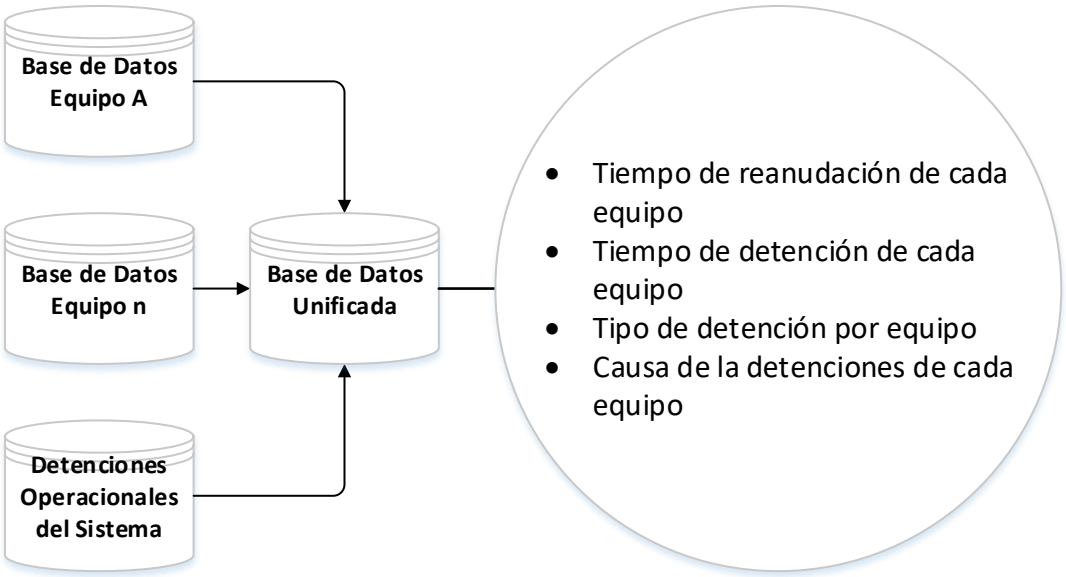

Figura 6.8: Confección de base de datos unificada. Fuente: Elaboración propia.

Esta base de datos debe ser compuesta por los tiempos de detención y reanudación de cada equipo, estos tiempos deben contener como base el tiempo "0" explicitado en las características del sistema. Si bien es posible usar la fecha y hora de cada detención y reanudación de los equipos, sería entonces necesario explicitar una fecha y hora como el tiempo "0" para el análisis que será efectuado en etapas posteriores. Además, cada detención debe de especificar qué tipo de detención es, ya sea un mantenimiento preventivo, correctivo o detención operacional, ya que esta característica diferenciadora será utilizada para el cálculo de los distintos indicadores. También, se debe de ingresar las causas de cada detención, especificando en el caso de que sea una falla, cual fue la causa de esta, este dato es netamente cualitativo y será utilizado para encontrar las causas del orden de criticidad

generado. Por último, es importante mencionar que se pueden incluir otros campos de interés en esta base de datos, sin embargo, esta base de datos fue concebida bajo la necesidad de simplificar la data a analizar y es importante tener en mente ese punto al momento de decidir agregar nuevos campos.

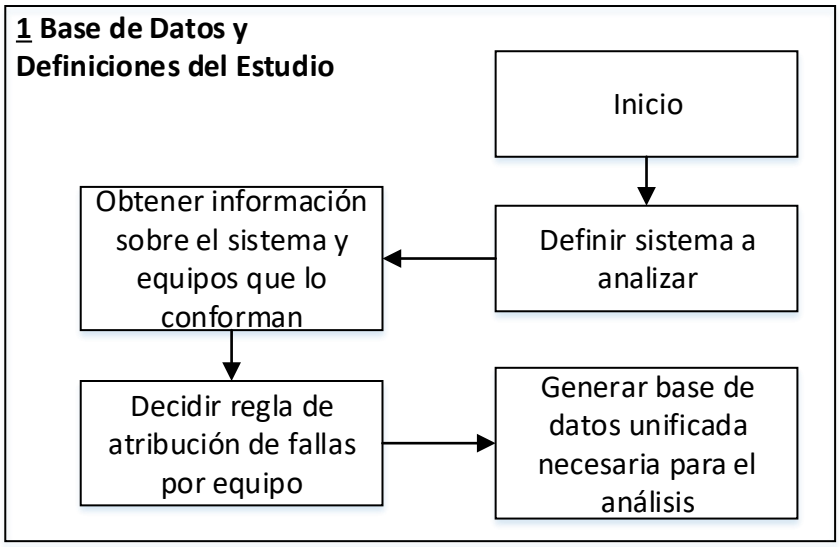

Figura 6.9: Definiciones y base de datos del estudio. Fuente: Elaboración propia.

Es en este paso recae la importancia de definir la regla de reparto de fallas del sistema por equipo, para esto se debe formar un equipo experto capaz de identificar si el sistema requiere de una regla en atribución de fallas especifico. Lo anterior se debe a la existencia de industrias donde las detenciones operacionales de algunos equipos dependen de agentes externos a estos, tales como el sector energético chileno, donde las empresas requieren de la autorización de un ente regulador para sus detenciones operacionales, por lo tanto, para esta industria, las detenciones operacionales pueden poseer un menor grado de importancia para el análisis que requieren en comparación a los mantenimientos.

6.1.2 Representación del Estado Actual

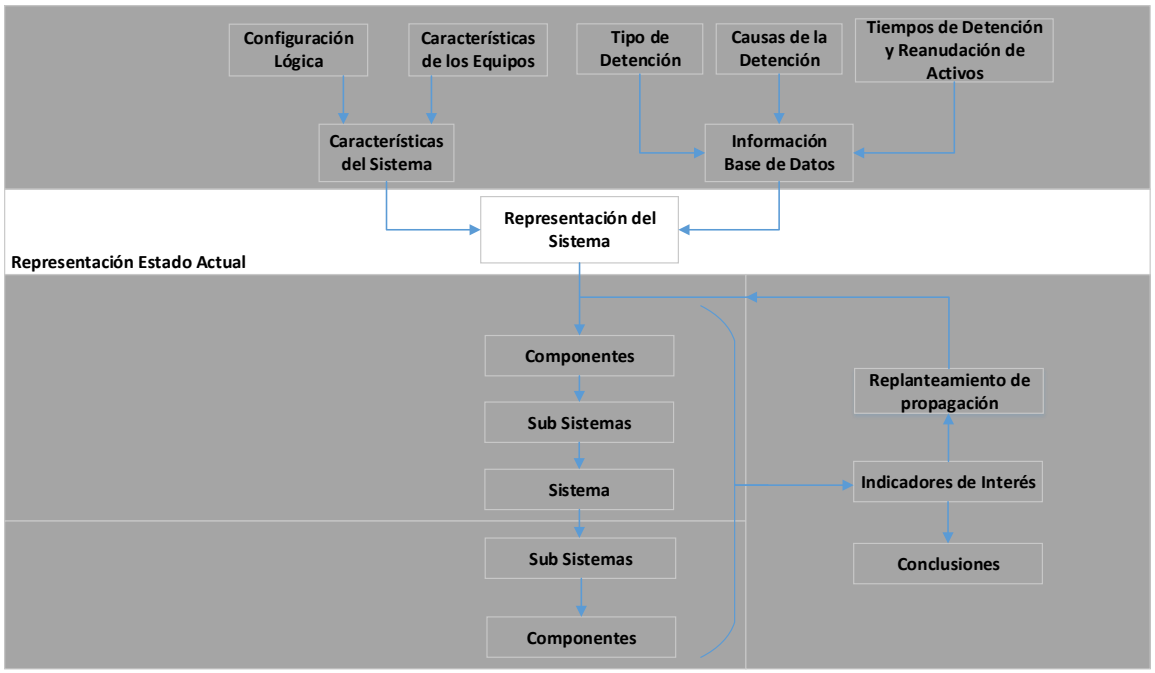

Figura 6.10: Representación del estado actual. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la representación del sistema, es en esta fase donde se debe ordenar la data obtenida en la base de datos unificada, de tal manera poder prepararla para el análisis sistémico posterior, para esto se deben de ordenar las detenciones y reanudaciones de todos los equipos en una lista única de detenciones, ordenadas de manera cronológica donde las detenciones y reanudaciones no deben estar necesariamente continuas, dado que mientras una maquina está en reparación, el sistema puede permanecer en funcionamiento a menos del 100%, situación en la cual puede detenerse otra máquina antes de que la primera en detenerse vuelva al funcionamiento.

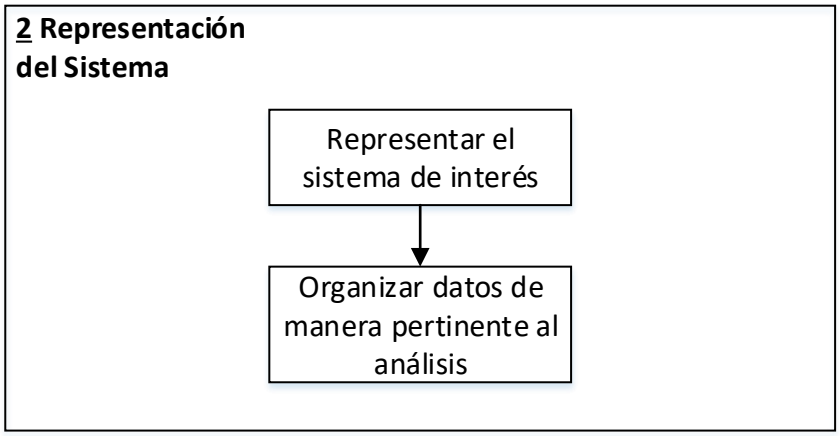

Figura 6.11: Representación del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Acompañando a esta lista de detenciones y reanudaciones de las maquinas, se debe de acompañar el estado de todas las maquinas involucradas en el sistema, donde se considerará 1 para las maquinas activas y 0 para aquellas detenidas. Esta información es de interés para saber que máquinas están involucradas en la disminución de la producción del sistema. En este paso es frecuente encontrar estados donde más de una maquina está detenida.

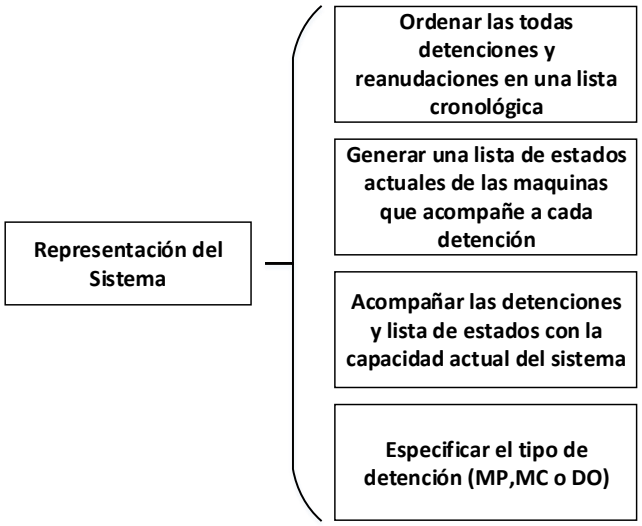

Figura 6.12: Desglose de la representación del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Además, en la representación del sistema se debe de especificar en cada nivel cual es la capacidad máxima que el sistema es capaz de producir para obtener un indicador (como se demuestra en la fórmula 6.1) capaz de representar si el sistema puede satisfacer la demanda solicitada, o en caso contrario, que fracción de esta puede satisfacer. En este paso es posible apreciar cambios de estados donde la producción no varíe ya que, dependiendo de la configuración del sistema, este puede seguir siendo capaz de producir al 100% de la demanda con la detención de una máquina, por lo cual el sistema no se percatará de esta detención mientras sea por si sola.

$$Capacidad\ del\ sistema = Min\left\{1, \frac{\sum_i^n Capacidad_i * Estado_i}{Demanda}\right\}$$

$$Con\ i\ siendo\ el\ la\ maquina\ i - ésima$$

Fórmula 6.1: Cálculo de capacidad del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Por último, es importante especificar a qué tipo de detención se debe cada una, siendo este mantenimiento preventivo, correctivo o detención operacional. Este punto es de importancia para el cálculo de indicadores de interés en la gestión de activos como lo son la utilización, la disponibilidad o como también se recomendará posteriormente, la disponibilidad y utilización productivas.

Como resultado de los pasos anteriormente descritos, se debería poseer una tabla de información donde cada fila representa un estado distinto, con su tiempo de inicio de estado respectivo, estado de las maquinas involucradas en el sistema y el tipo de detención que genera la causa.

6.1.3 Análisis Sistémico

En cuanto al análisis sistémico de los datos, se refiere al primer cálculo o análisis presente en esta propuesta, consiste en el análisis de las fallas y como estas afectan a los sub sistemas y sistemas respectivamente.

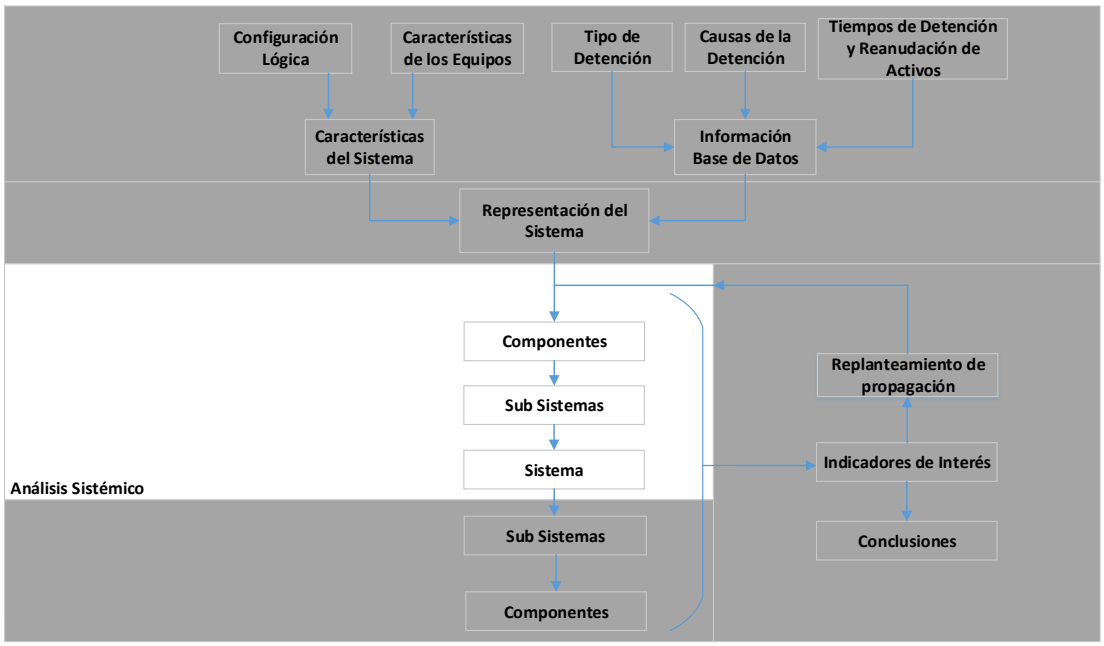

Figura 6.13: Análisis sistémico. Fuente: Elaboración propia.

En el análisis del sistema se debe de especificar en cada estado, cual es la capacidad máxima que el sistema es capaz de producir. En este paso es posible apreciar cambios de estados donde la producción no varíe ya que, dependiendo de la configuración del sistema, este puede ser capaz de satisfacer el 100% de la demanda con la detención de una o más máquinas, por lo cual el sistema no se percatará de estas detenciones bajo las condiciones descritas.

$$Capacidad\ del\ subsistema = Min\left\{1, \frac{\sum_i^n Capacidad_i * Estado_i}{Demanda}\right\}$$

$$Con\ i\ siendo\ el\ la\ maquina\ i - ésima\ que\ compone\ al\ subsistema$$

Fórmula 6.2: Cálculo de capacidad de un subsistema. Fuente: Elaboración propia.

También es de interés calcular la duración de cada estado. Dado el orden presente en los datos, es posible calcular esta información restando al tiempo de cambio de estado siguiente, el tiempo de cambio de estado actual, de tal manera obtener la duración total del estado en cuestión.

Además, se debe de calcular la capacidad de los subsistemas presentes en el sistema a analizar. Para esto es necesario ver si los sub sistemas tienen la capacidad de producción necesaria requerida por el sistema o este se encuentra por debajo del requerido. En términos matemáticos, el cálculo de este valor es similar a la capacidad del sistema general, tan solo se ha de considerar los equipos pertenecientes al sub sistema a estudiar y la demanda debe ser aquella que es exigida al subsistema para que el sistema general pueda satisfacer su demanda.

En cuanto a cómo afecta cada detención individual al sistema, es necesario calcular el tiempo equivalente de producción de cada estado a una producción de capacidad nominal. Con esto se es capaz de obtener dos valores, el tiempo equivalente que el sistema hubiese estado produciendo a capacidad nominal y el tiempo que este hubiese estado totalmente detenido (denominado tiempo de detención equivalente).

$$Tiempo\ de\ detención\ equivalente = (1 - Capacidad\ del\ sistema) * Duración\ del\ estado$$

Fórmula 6.3: Cálculo del tiempo de detención equivalente. Fuente: Elaboración propia.

Este cálculo permite generar un análisis sobre la propagación de las fallas individuales al sistema completo. La suma de estos tiempos permite conocer el tiempo de detención equivalente total durante todo el horizonte del tiempo, el cual en términos de producción es equivalente a un escenario donde el sistema hubiese producido solo al 100% y al 0%.

Figura 6.14: Análisis Sistémico y de propagación. Fuente: Elaboración propia.

6.1.4 Análisis de Propagación

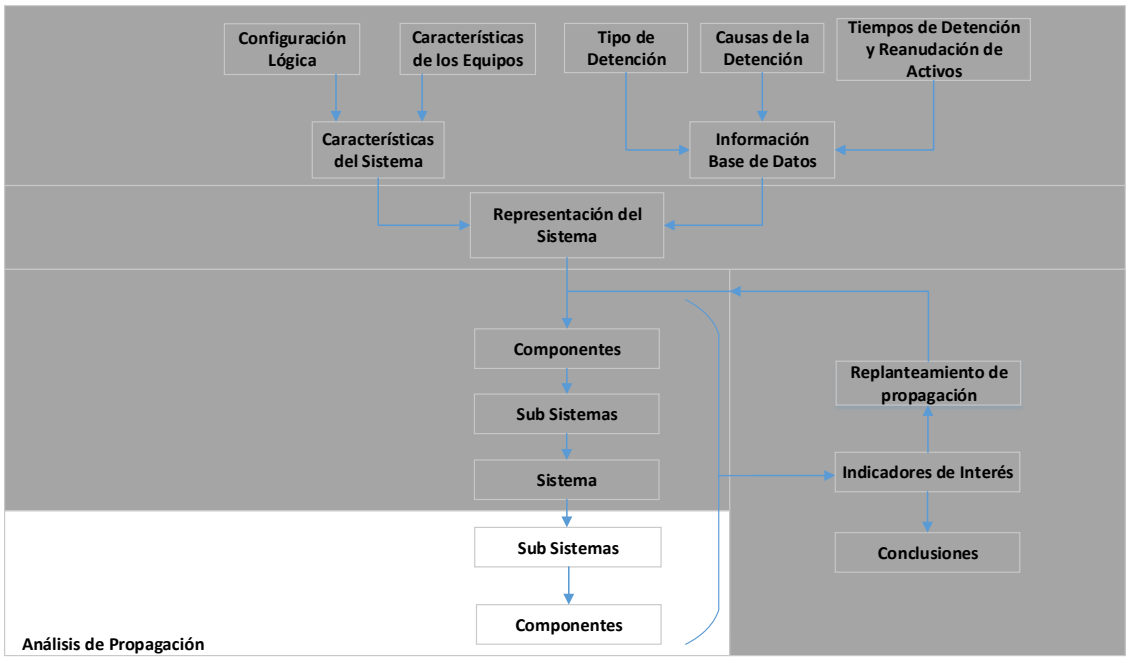

Figura 6.15: Análisis de propagación de detenciones. Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis anteriormente descrito, es posible dar inicio al análisis de propagación de fallas. Para efectuar este análisis se debe de recordar la introducción generada sobre propagación al inicio de la propuesta metodología, ya que esta lógica será utilizada a partir de este punto.

Para iniciar este se debe hacer una propagación de las fallas a los subsistemas presentes, para esto se debe utilizar los valores de producción de cada subsistema y equipo conectado en serie al nivel superior del sistema. Con esta información y el tiempo de detención equivalente de cada estado, es posible comenzar a asignar los tiempos indisponibles. Para esto es necesario utilizar la regla de atribución de fallas determinada al inicio del proceso, la cual si bien puede ser determinada según las preferencias de quien implemente esta propuesta, se propone el método demostrado en la fórmula 6.4, la cual determina un peso según la pérdida de capacidad en cuanto a la nominal. Para efectos

generales se puede utilizar la distribución de tiempo de falla dependiendo del aporte cada equipo o subsistema a la disminución de producción en el nivel superior, al sistema en cuestión donde, si todos los equipos y subsistemas están relacionados con una configuración en serie, la distribución de los tiempos indisponibles por estado será efectuada en partes iguales entre aquellos equipos o subsistemas que no estén al 100% de la demanda requerida por el sistema.

$$Proporción\ de\ asignación_i: \frac{Cn_i - Ca_i}{\sum_{x=1}^{n} Cn_x - Ca_x}$$

Fórmula 6.4: Cálculo de Proporción de asignación. Fuente: Elaboración propia.

Una vez efectuada la distribución a los sub sistemas y equipos en el nivel superior, es posible comenzar con la distribución a nivel inferior, siendo este los equipos dentro de cada subsistema. Para lograr esto, se debe de generar una lista con la situación (detenido o en funcionamiento) de cada equipo dentro del sub sistema a analizar para cada estado y cuanto tiempo de detención se le fue asignado al sub sistema respectivamente. Luego, se ha de distribuir el tiempo de detención del sub sistema de cada estado entre aquellos equipos detenidos en cada estado respectivamente, nuevamente la regla de distribución a utilizar es la misma utilizada en el paso anterior, regla la cual fue definida previamente al inicio de la propuesta.

Esta distribución debe ser efectuada para cada sub sistema que posea el sistema general en cuestión. Al finalizar este segmento de la propuesta, se debe de tener un número determinado de listas con los tiempos de detención correctamente distribuidos entre los activos, tiempo el cual puede ser sumado para saber qué cantidad de tiempo de detención del

sistema está asignado a cada activo, por lo cual la suma de estos debe de ser igual al tiempo de detención equivalente del sistema general.

Dada la naturaleza del análisis, es posible que existan maquinas que, si bien están detenidas, no se les fue asignado ningún tiempo de detención equivalente del sistema, esto se debe a que las detenciones existentes en ese estado, no fueron lo suficientemente significativas como para generar una disminución en la demanda total del sistema debido a un sobredimensionamiento del mismo, escenario posible en sistemas complejos.

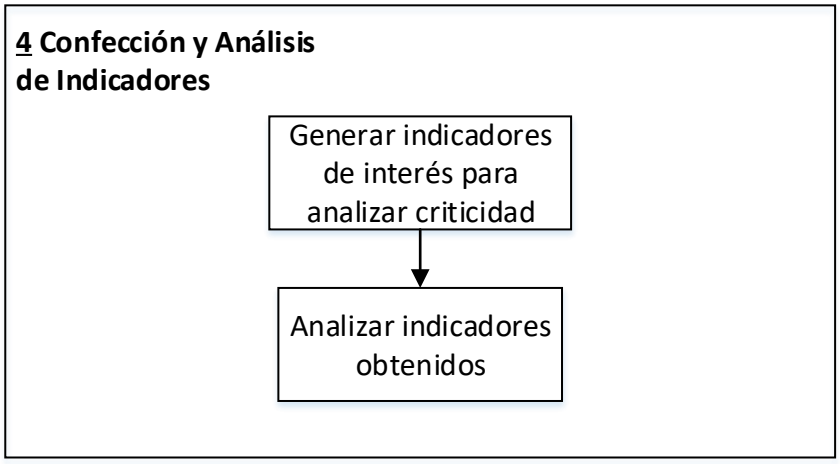

Figura 6.16: Confección y análisis de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Con los análisis efectuados, se tiene la información necesaria para comenzar a generar el cálculo de indicadores de interés para la gestión de activos, como a su vez se puede generar un análisis de los datos obtenidos y evaluar si la regla de distribución de tiempo de detención es correcta, o si hace falta algún campo de interés para el análisis, de ser lo anterior correcto se debe de generar una nueva propuesta de distribución o una nueva propuesta de campos de interés, todo lo anterior con una justificación debida y pertinente efectuada por el grupo de expertos que conforman el proyecto, debido a que, si bien estas mejoras generan valor en el

análisis, se puede incurrir en ciclos infinitos de mejora, lo cual no permitiría el análisis final o aumentaría el flujo de información de tal manera que se perdería uno de los fines de esta propuesta siendo este la simplificación en el manejo de información en activos. Lo anterior, sin embargo, no descarta la idea de generar mejoras luego del análisis y confección de informes respectivo, ya que aquello (siempre y cuando mantenga las motivaciones de la propuesta) incurre en la mejora continua, un punto al cual esta propuesta apunta.

6.1.5 Análisis de Resultados

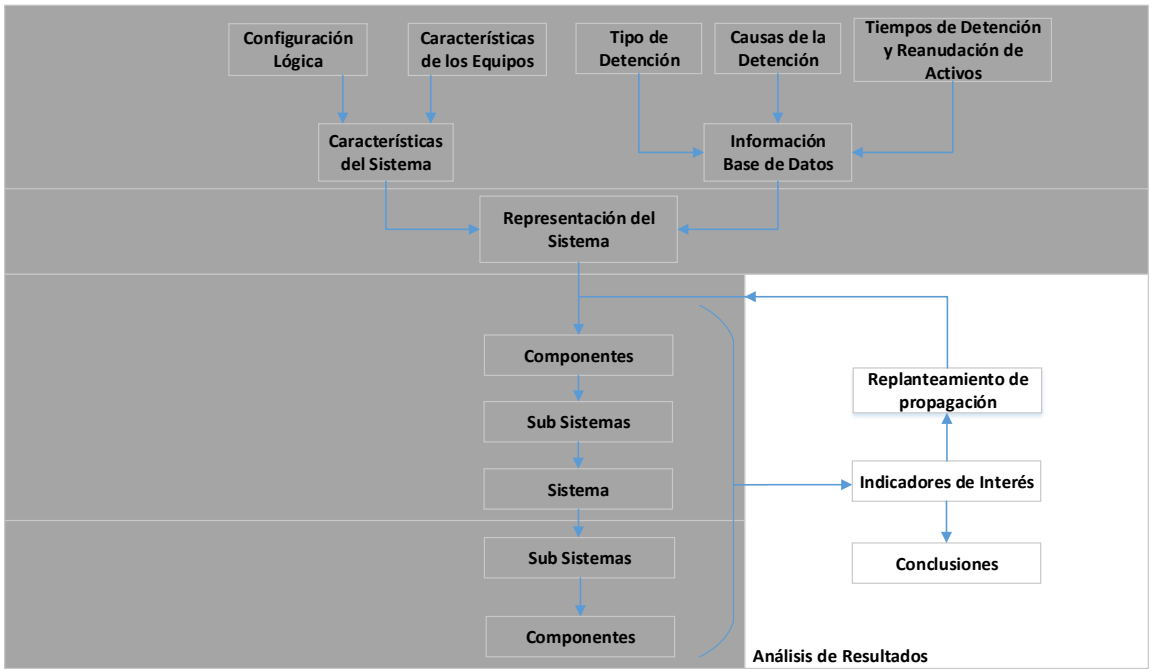

Figura 6.17: Análisis de resultados obtenidos. Fuente: Elaboración Propia.

Con los datos obtenidos, se pueden calcular un vasto número de indicadores para la gestión de activos, tales como la fiabilidad, disponibilidad, utilización, disponibilidad productiva, utilización productiva, entre otros.

Haciendo una aproximación a la disponibilidad productiva, esta permite calcular la disponibilidad utilizando el tiempo obtenido por medio de las propagaciones de las fallas de los diversos equipos en el sistema durante un estado determinado donde:

$$A_p = 1 - \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{Downtime_n * Pr_n}{Pn_n}}{T_t} \qquad con:$$

$Downtime_n$: Tiempo en que el sistema o subsistema disminuye su productividad en la detención n, las cuales pueden ser un mantenimiento preventivo o correctivo.

Pr_n: Disminución de la capacidad de un equipo, sistema o subsistema.

Pn_n: Disminución de la capacidad de todos los equipos o subsistemas que componen el subsistema o sistema a analizar.

N: Conjunto de detenciones del sistema.

T_t: Tiempo total.

Fórmula 6.5: Cálculo de Disponibilidad productiva. Fuente: Elaboración propia.

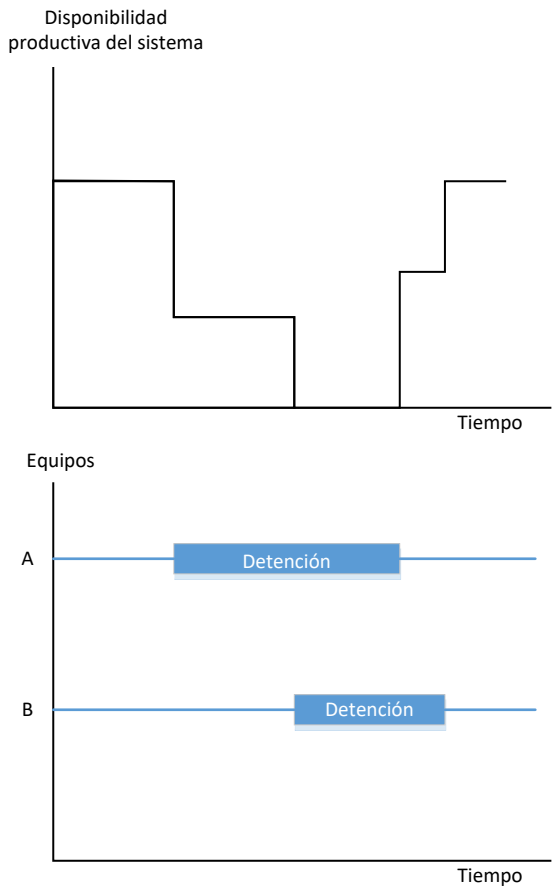

Figura 6.18: Disponibilidad productiva del sistema versus tiempo. Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad productiva se diferencia de la disponibilidad convencional debido a que la disponibilidad convencional considera al sistema totalmente indisponible cuando este no es capaz en ningún porcentaje la demanda efectuada sobre el sistema, mientras su par productivo toma en consideración aquellos momentos donde el sistema no es capaz de satisfacer el 100% de la demanda pero si una fracción de este, ya que la disponibilidad productiva se encarga de transformar el periodo de tiempo donde el sistema produce a una proporción menor al 100%, a un "tiempo equivalente" en el cual el sistema hubiese producido una cantidad igual a la producida en el periodo de tiempo (menor) donde ocurre la disminución de desempeño. La diferencia de tiempo entre la duración del estado de menor

producción y el tiempo equivalente calculado se considera como si el sistema no hubiese sido capaz de producir (0% de capacidad).

Adicionalmente, se calcula el porcentaje de impacto que posee cada equipo sobre la disponibilidad del sistema (PIINS), para esto es necesario encontrar la disponibilidad productiva del sistema durante cada periodo de tiempo en el cual ningún activo cambia su estado de funcionamiento. Una vez obtenido este valor, debe ser asignado al activo detenido que causa la disminución de la capacidad global, sin embargo, en el caso de existir una disminución de la capacidad provocada por dos o más activos, se debe de repartir el tiempo indisponible del sistema entre los activos involucrados en la falla. Para lograr lo anterior, se propone distribuir el tiempo indisponible en proporción del aporte de capacidad que tiene cada activo detenido en el sistema, esto quiere decir que en el caso de existir dos activos detenidos donde uno de ellos posee el doble de capacidad que el otro, aquel que posee el doble de capacidad se le debe asignar dos tercios del tiempo indisponible del sistema durante aquella detención mientras que, al otro activo se le debe de asignar tan solo un tercio.

$$IINS_a: \sum_{j=1}^{J} \frac{Ti_{\propto} * Ca_a * E_{aj}}{\sum_{x=1}^{n} Ca_x}$$

Fórmula 6.6: Cálculo IINS. Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$IINS_a$: Porcentaje de impacto en la indisponibilidad del sistema por parte del equipo "a".

Ti_{α}: Tiempo indisponible del sistema durante el estado α.

Ca_a: 1- Capacidad del activo “a”.

E_{aj}: Estado del activo a en la detención j donde 1 es el activo detenido y 0 es el activo en funcionamiento.

Ca_x: 1- Capacidad de los n activos detenidos al momento j.

De esta manera, es posible asignar el tiempo de las indisponibilidades productivas del sistema a los activos causantes de este estado, lo cual considera la falla del activo, la propagación al sistema y como la falla del sistema afecta a otros activos detenidos.

En segundo lugar, se propone el cálculo de la Utilización productiva, factor el cual también permite el cálculo de detenciones en sistemas con componentes en redundancia o fraccionamiento, ya que al detenerse un activo (al igual que en el cálculo de la disponibilidad productiva) este no necesariamente detiene la producción total del sistema, sino que este sistema produce en una proporción menor a la teórica. La utilización productiva también permite el análisis de activos y la propagación de las fallas de los activos al sistema y luego del sistema a los otros activos involucrados, comparándolo directamente con la disponibilidad productiva, la utilización productiva presenta las mismas ventajas sobre la utilización convencional que la disponibilidad productiva sobre la disponibilidad convencional, sin embargo, la utilización productiva se diferencia de la disponibilidad productiva debido a que la primera adicionalmente considera las detenciones operacionales dentro del *downtime* de cada activo mientras que la segunda no lo considera. En términos matemáticos:

$$U_p = 1 - \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{Downtime_n * Pr_n}{Pn_n}}{T_t} \quad con:$$

Fórmula 6.7: Cálculo no utilización productiva. Fuente: Elaboración propia.

$Downtime_n$: Tiempo en que el sistema o subsistema disminuye su productividad en la detención n, la cual puede ser un mantenimiento preventivo, correctivo o una detención operacional.

Pr_n: Disminución de la capacidad de un equipo, sistema o subsistema.

Pn_n: Disminución de la capacidad de todos los equipos o subsistemas que componen el subsistema o sistema a analizar.

N: Conjunto de detenciones del sistema.

T_t: Tiempo Total

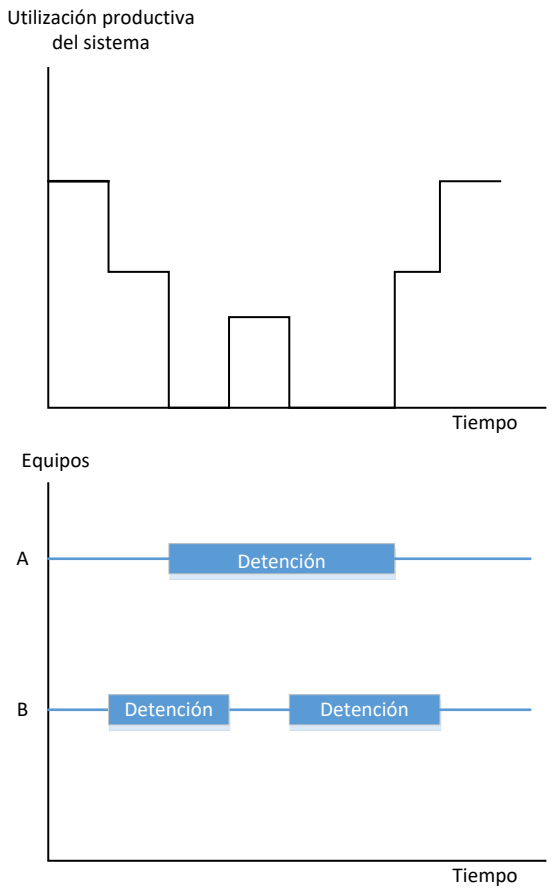

Figura 6.19: Utilización productiva del sistema versus tiempo. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que para el porcentaje de impacto en la indisponibilidad, se debe determinar el porcentaje de impacto de la no utilización de cada activo a partir de los tiempos de no utilización de cada estado del sistema y en el caso de existir más de un activo detenido durante el mismo estado, es necesario distribuir el tiempo no utilizable del sistema en los activos respectivos dependiendo del aporte que tiene cada uno de ellos en el sistema, en otras palabras, según la proporción de capacidad de cada activo sobre la producción perdida. De forma matemática:

$$INUS_a: \sum_{j=1}^{J} \frac{Ti_{\propto} * Ca_a * E_{aj}}{\sum_{x=1}^{n} Ca_x}$$

Fórmula 6.8: Cálculo de INUS. Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$INUS_a$: Porcentaje de impacto en la no utilización del sistema por parte del equipo "a".

Ti_{α}: Tiempo no utilizable del sistema durante el estado α.

Ca_a: 1 - Capacidad del activo "a".

E_{aj}: Estado del activo a en la detención j donde 1 es el activo detenido y 0 es el activo en funcionamiento.

Ca_x: 1 - Capacidad de los n activos detenidos al momento j.

De esta manera es posible asignar el tiempo no utilizable de cada estado del sistema a los activos causantes según la incidencia de cada activo en el sistema.

Es importante mencionar el hecho de que existe una diferencia entre los resultados de la disponibilidad y utilización y los resultados de la disponibilidad y utilización productiva, donde los primeros entregaran valores superiores o iguales a los segundos. Esto se debe a que tanto la disponibilidad productiva como la utilización productiva toman en cuenta aquellas detenciones que afecta la capacidad de satisfacer la demanda, por lo cual, si una detención no disminuye el nivel de satisfacción de la demanda, este será imperceptible ante

la disponibilidad y utilización productiva. Es por esto la importancia de utilizar ambos factores en el algoritmo.

Para los indicadores propuestos y explicados anteriormente, la propuesta metodológica, al terminar su funcionamiento, arroja como datos de salida la utilización productiva de cada activo y subsistema, la disponibilidad productiva de cada activo y subsistema, lo que permite generar una jerarquización de los activos y subsistemas utilizando los indicadores productivos como método de análisis. Esta jerarquización de activos permite el análisis del sistema y sus componentes, donde se puede concluir en que activos y subsistemas es necesario prestar atención, como afectan las detenciones operacionales al sistema, si estas están bien programadas o si tal vez sea necesario cambiar el sistema en cuanto su configuración o sobre aumentar o disminuir su capacidad sea requerido el caso.

En cuanto al valor agregado que otorga esta propuesta metodológica, se tiene la simplificación de la muestra de datos para permitir un análisis y toma de decisiones más simple y expedita. Esto se debe a que la propuesta obtiene los datos suficientes para depurar hasta en tres niveles los datos obtenidos.

Tomando en cuenta el primer nivel de análisis, se pueden generar KPI tales como A, U, U*, IINS, INUS, A_p, y U_p entre otros a niveles tanto generales como particulares, lo que permite generar análisis de Pareto o análisis cruzados de Treemaps generados a partir de estos indicadores con tal de encontrar un nivel de jerarquización que permita determinar que equipos son de interés para un análisis particular y ahondar en estos.

Una vez seleccionados los equipos o subsistemas de interés, se pueden efectuar análisis sobre los fenómenos que presentan y cuales poseen un mayor efecto en el peso de

tiempo donde el equipo está de baja (tanto el concepto básico como el productivo son útiles para el análisis).

El análisis anterior conlleva a encontrar los tipos de falla más importantes al igual que sus causas, lo cual otorga una simplificación en el análisis de datos para efectuar un análisis *RCA*.

Si bien, se propone un método de análisis especifico, la propuesta posee otras potencialidades tales como:

- Permitir el cálculo de KPI's para diversos niveles de un sistema.
- Segmentar el análisis según diversos periodos de tiempo, lo cual permite contrastar resultados entre distintos periodos de interés, como el antes y un después de la implementación de un proyecto de mejora.
- Permite contrastar entre KPI clásicos (como A, U y U*) y KPI productivos (IINS, INUS, A_p, U_p y U^*_p) para analizar como efectivamente aporta a los tiempos de baja del sistema.
- Obtener diversos KPI al igual que los tipos y causas de fallas del sistema para los equipos o subsistemas que se estimen necesarios, sin ser necesariamente aquellos que posean mayor jerarquía.

En cuanto a las potencialidades de la propuesta, se pueden encontrar la depuración de la data para efectuar un *root cause analysis*, un análisis de jerarquía de activos, análisis Pareto, Jack-knife, Cost scatter diagram, GAMM, etc. Además, al integrar en la base de datos los efectos económicos de cada falla más el costo de reparación, es posible efectuar un

análisis financiero de los equipos al igual que efectuar un análisis de cómo ha afectado la asignación de recursos al sistema y cada uno de sus componentes.

Lo anterior permite generar reportes de análisis total sobre los diversos componentes de interés, lo cual permite conocer los tipos de detenciones más frecuentes, con mayor impacto al sistema, las causas más frecuentes y aquellas con mayor impacto al sistema sobre los componentes de interés, siendo estos los de mayor jerarquía o aquellos que el encargado de implementar la herramienta considere importantes.

7 APLICACIÓN NUMÉRICA

Para lograr una mayor comprensión en cuanto a la propuesta metodológica y la aplicación de esta, se presentará una ejemplificación utilizando una base de datos de 20 equipos configurados de manera compleja. En este caso, el sistema a modelar presenta configuraciones en fraccionamiento, en serie y subsistemas anidados dentro de otro subsistema, por lo cual se considera que este sistema es a fin para presentar las capacidades de la propuesta metodológica.

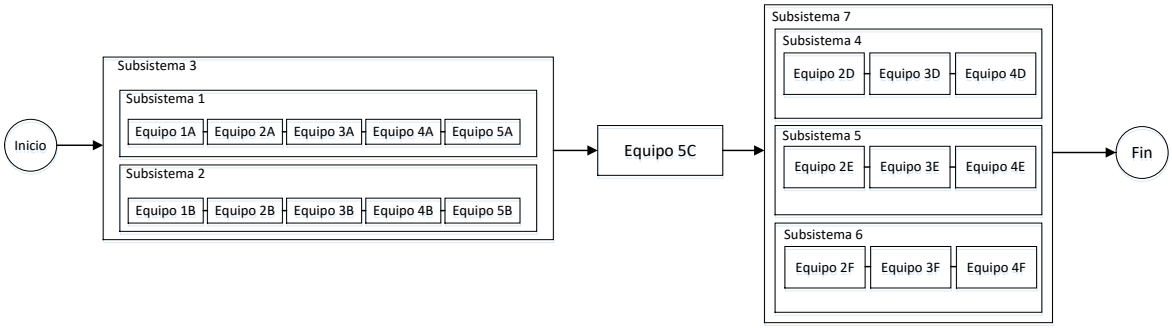

Figura 7.1: Representación del sistema a estudiar. Fuente: Elaboración propia.

El sistema a analizar trata de una línea productiva en el proceso de obtención de cobre en una minera ubicada en Chile. Este sistema consta de 20 equipos agrupados en diversos subsistemas tal y como muestra la figura 7.1, donde el numero explica el tipo de equipo y la letra muestra al subsistema perteneciente, por ejemplo, el Equipo 2E es un equipo del tipo n°2 perteneciente al subsistema 5 (donde los equipos del subsistema 5 poseen la letra E).

Calculo de Indicadores.

Para comenzar, se presentará la situación inicial de la base de datos utilizada y luego se dará pie al análisis posterior. La base de datos utilizada, presenta una lista que posee la fecha y hora de cada detención en el sistema, presentando el equipo el cual se detiene, la duración de cada detención, el tipo de detención del equipo (mantenimiento preventivo,

mantenimiento correctivo o detención operacional), la causa de la detención y el costo asociado a cada una, además la base cuenta con 25.084 detenciones o reanudaciones, las cuales poseen la información detallada anteriormente para cada una de ellas. También se estima que la hora 0 es al iniciar el funcionamiento del sistema, por lo cual la primera detención se genera en un momento posterior a este. Por último, el horizonte de tiempo a analizar es de 11.887 horas de funcionamiento, por lo cual todos los cálculos de indicadores y análisis respectivos tendrán como referencia estos valores.

Antes de escoger la data de interés y determinar una regla de cálculo para la repartición de las propagaciones, se determinarán las características del sistema. En primer lugar, se posee un sistema complejo el cual, al analizar sus partes, se aprecia en la figura 7.1 que en un primer nivel está compuesto por una configuración en serie de un equipo con dos subsistemas. El primer subsistema está compuesto por dos subsistemas (“1” y “2”) iguales de capacidad del 65.7% de la demanda del sistema, donde cada uno de estos subsistemas menores están compuestos por 5 equipos configurados en serie, tal y como se puede apreciar en la figura 7.2.

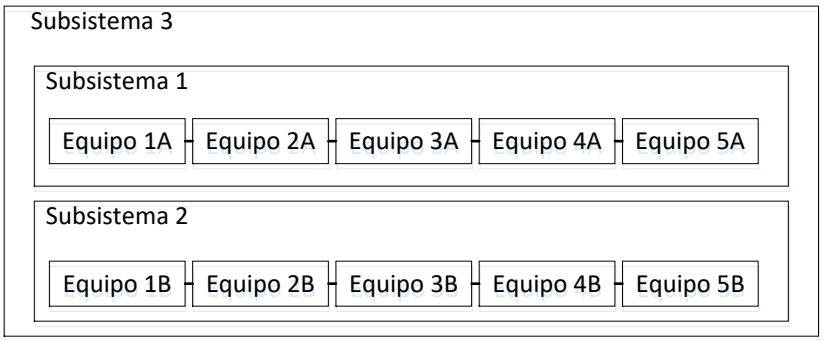

Figura 7.2: Subsistema 3 y su composición de subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

Luego, el subsistema 3 está conectado en serie con el equipo “5C” el cual posee una capacidad del 100% de la demanda, al ser este un equipo por sí solo, no es necesario profundizar más en la explicación de este para determinar las características del sistema.

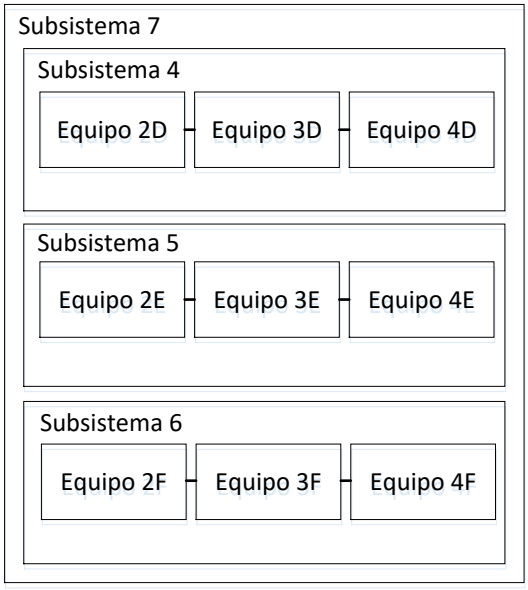

Figura 7.3: Subsistema 7 y su composición. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se tiene al subsistema 7, el cual está compuesto por 3 subsistemas iguales (“4”, “5” y “6”), cada uno con una capacidad de 37% de la demanda total del sistema. Además, cada uno de estos subsistemas está compuesto por 3 equipos conectados en serie entre sí, tal y como se puede apreciar en la figura 7.3.

En cuanto a las relaciones de dependencia y responsabilidades que existen entre los equipos y los diversos sistemas, estos se pueden apreciar mejor en la figura 7.3, la cual representa a modo de diagrama, las relaciones que existen entre cada equipo, esto con tal de simplificar la visualización de cómo se pueden propagar las fallas o detenciones dentro del sistema.

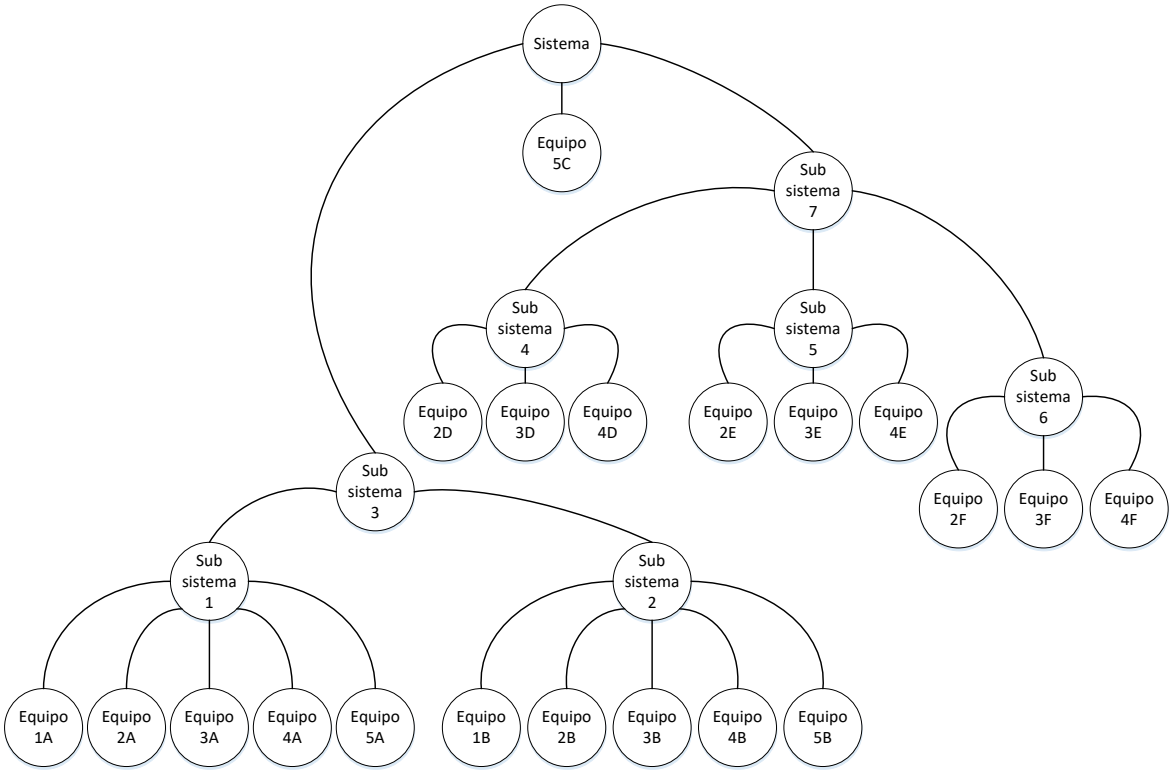

Figura 7.4: Diagrama de relaciones entre equipos y subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la base de datos a formar, es necesario determinar la regla de cálculo para las detenciones del sistema y a su vez, estimar los campos de interés para efectuar un análisis. Como regla de cálculo, se basará en el aporte que tiene cada equipo en el sistema en cuanto a su capacidad de producción, esto quiere decir, el tiempo de detención del sistema se repartirá proporcionalmente en cuanto a la capacidad de producción de cada máquina sobre el total la suma de producción de todas las maquinas detenidas en el estado a analizar.

Con la base de cálculo electa, se pueden determinar los datos de interés para generar la base unificada. Para esto se deben utilizar las horas de detención de cada equipo, su duración, el tipo de detención, el equipo asociado a la detención y causa de cada detención. Con esta base de datos se pueden generar los análisis, sin embargo, es necesario pre procesar los datos en la representación del estado actual.

Detención	Fecha	Hora	Duración	Tipo	Especialidad	Causa	Equipo Causante
1	01-11-2016	5:46:33	16:38:12	MC	Mecánica	Mantenimiento	Equipo 2D
2	05-11-2016	9:10:02	5:37:17	MP	Mecánica	Mantenimiento	Equipo 2A
3	07-11-2016	20:36:45	8:45:28	DO	Mecánica	Mantenimiento	Equipo 3A
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Tabla 7.1: Datos de interés. Fuente: Elaboración propia.

Los datos anteriormente recolectados, si bien poseen un orden cronológico, no permiten hacer un análisis de estados ya que en el periodo que dura una reparación, otro equipo puede detenerse, dado que el sistema no se detiene ante la detención de un equipo, sino que baja su nivel de producción.

Es por lo anterior que se requiere de reordenar los datos durante la fase de representación del producto. Para lograr reordenar los datos, se debe especificar una nueva configuración temporal para los tiempos de detención, de esta manera se transformarán las fechas y horas de cada detención como la hora histórica de funcionamiento, de esta manera no es necesario poseer campos como la fecha y hora de detención, sino que solo se utilizará la hora de funcionamiento del sistema en la cual se produjo la detención del equipo.

Si bien ahora se ha obtenido el momento de detención por hora histórica de funcionamiento del sistema, la base de datos utilizada no posee como información en que momento de esta línea histórica los equipos volvieron al funcionamiento, por lo tanto, se deberán crear las reanudaciones de los diversos equipos a partir de la hora de falla y su

duración, lo cual otorgará el momento en el cual el equipo se reanudo en el formato de hora histórica del sistema.

Obtener la información como se ha especificado anteriormente es crucial para la generación de estados, los cuales permitirán los análisis posteriores de esta metodología propuesta.

Para el siguiente paso, es necesario que los nombres de cada equipo sean cambiados por un numero en particular. En este caso “Equipo 1” será llamado 1, “Equipo 2” será llamado 2 y así sucesivamente. Lo anterior es efectuado solo por un tema de facilidad de cálculo para el código a generar en Visual Basic, de tal manera programar los cálculos y generar el análisis sistémico y de propagación en el menor tiempo posible.

Con la base de datos ordenada de la forma anteriormente descrita, es posible comenzar con el análisis sistémico. Para esto se debe, en primer lugar, filtrar los datos de detenciones, ya que los indicadores de interés son tanto la disponibilidad como la utilización, por lo cual se debe de generar dos listas, una que incluya las detenciones operacionales y otra que no. Para los pasos siguientes, se debe tomar en cuenta de que estos deben ser efectuados para ambas listas generadas en este paso y de manera paralela, ya que es necesario de ambos análisis para generar conclusiones apropiadas al sistema.

Para continuar, se debe de generar una lista que demuestre los estados de cada equipo luego de cada reanudación o detención (de ahora en adelante esto será referido como cambio de estado de equipo), donde a cada una de estas listas se referirá como nivel, por lo cual, en cada nivel se debe poder apreciar los estados de cada equipo en el sistema, siendo estos

descritos por los números 0 y 1, donde 0 es el equipo desactivado y 1 es el equipo en funcionamiento.

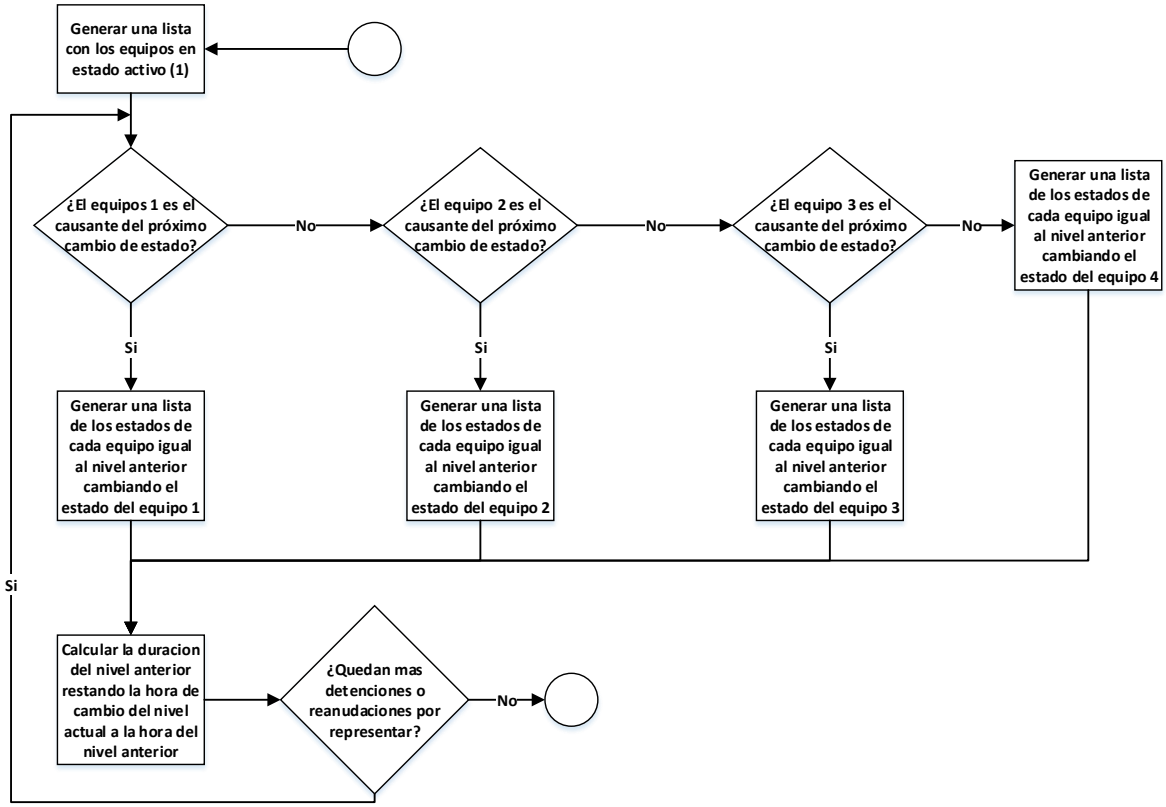

Figura 7.5: Diagrama de flujo para los estados de maquina en cada nivel. Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el cálculo de estado de los sistemas para cada nivel, se debería obtener una tabla con los estados de cada máquina durante cada detención y reanudación además de la hora en la cual se produjo el cambio de estado y también la duración de cada estado resultando para 7.738 cambios de estados. Cabe destacar que el diagrama de flujo anteriormente demostrado solo sirve para los casos en que se detiene una maquina a la vez, en caso de existir detenciones simultaneas, se debe de escoger uno de estos dos caminos: el primero es separar las detenciones por una fracción de hora despreciable en términos de cálculo, ya que el código por si solo puede diferenciar las detenciones siempre y cuando estén

ubicadas de distinta manera en la temporalidad de análisis, y luego el error en el cálculo pueda ser despreciable. En segundo lugar, se puede generar un código que permita el análisis de detenciones simultaneas, lo cual en términos de diagrama de flujo seria cambiar los operadores lógicos para las detenciones simultaneas, tal como se presenta en la figura 7.6

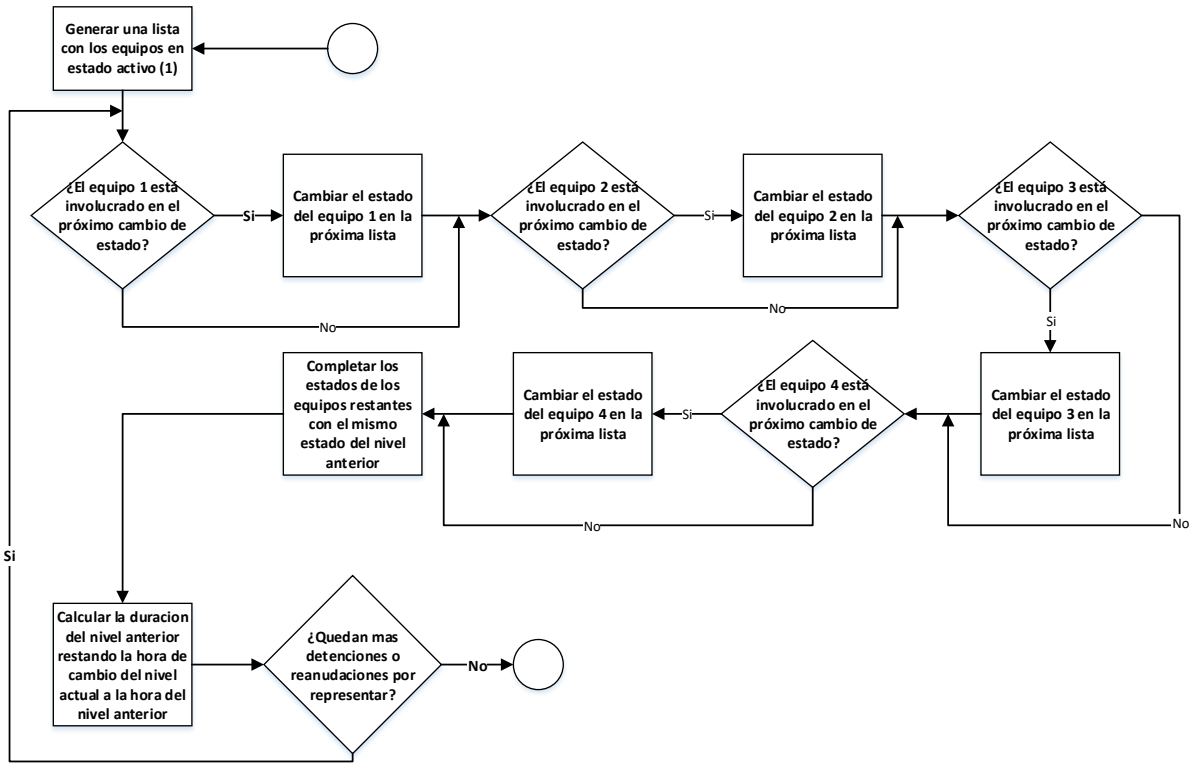

Figura 7.6: Diagrama de flujo para detenciones simultaneas en equipos. Fuente: Elaboración Propia.

Dado que existieron detenciones simultaneas (ya que se busca optimizar los tiempos de detención de la planta), se optó por utilizar la primera opción de esa configuración, el cual consta de separar las detenciones por una fracción de segundo despreciable, con el fin de simplificar la codificación de la metodología. Al finalizar este paso, se debería obtener una tabla con cada estado (1 o 0) de los componentes del sistema durante cada nivel y la duración de cada uno de estos, de esta se puede calcular la capacidad de los subsistemas y equipos tal y como es ejemplificado en la tabla 7.2, una vez encontrado estos valores se debe de obtener

los tiempos respectivos a asignar a cada subsistema o equipo con tal de continuar el análisis por subsistema.

Es importante recordar que este análisis se debe hacer para disponibilidad y luego se debe repetir para la obtención de la utilización ya que este último considera también las detenciones operacionales, las cuales son sustraídas de la data a analizar durante el pre procesamiento de datos para el cálculo de disponibilidad.

Por último, la tabla 7.2 adjuntada a continuación no es más que una mera simplificación y ejemplificación de la data utilizada. Esto se debe a la extensión de la tabla real utilizada. Para visualizar un extracto de la tabla real diríjase al anexo.

N° de nivel del sistema	Estado de cada equipo donde: 1 el equipo está disponible y 0 el equipo está indisponible				Momento en el que cambia el estado de algún equipo	Duración del estado	Capacidad máxima del sistema fraccionado
	A	B	C	D	Tiempo al cambio de estado	Duración estado	Capacidad sistema fraccionado
0	1	1	1	1	0	5,85833333	130
1	1	1	0	1	5,858333333	9,172222222	110
2	1	1	1	1	15,03055556	5,663888889	130
3	1	1	0	1	20,69444444	1,830555556	110
4	1	1	1	1	22,525	51,24722222	130
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Tabla 7.2: Ejemplo de análisis de estados. Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida anteriormente se puede proceder a asignar el tiempo de cada estado entre aquellos equipos o subsistemas que estén parcial o totalmente detenidos, esto con el fin de poder asignar a cada equipo la fracción de tiempo indisponible del sistema del cual ellos son causantes. Además, es posible calcular la indisponibilidad productiva de cada nivel existente en los datos.

Se define tiempo indisponible equivalente (T_{ie}) como:

$$T_{ie}: duración\ estado * \left(1 - \min\left\{1, \frac{Capacidad\ del\ subsistema}{Capacidad\ del\ subsistema\ nominal}\right\}\right)$$

Fórmula 7.1: Cálculo de tiempo indisponible equivalente. Fuente: Elaboración propia.

Con este cálculo es posible distribuir el tiempo de duración de cada nivel de tal manera que cuanto tiempo hubiese sido necesario tener el sistema al 100% de la capacidad para producir lo que produce al n% de capacidad del nivel respectivo, el tiempo de diferencia que existe entre la duración del nivel y cuanto hubiese tardado en producir lo ofertado por el nivel es el tiempo indisponible equivalente.

En cuanto a términos de utilización, como fue mencionado anteriormente es análogo a la formula detallada un párrafo atrás. Esta analogía seguirá perdurando durante el análisis.

Con el tiempo indisponible equivalente, es posible calcular la indisponibilidad productiva del sistema. Este valor debe ser utilizado para generar un análisis de propagación de fallas.

En cuanto a la propagación, se sabe que, para este ejemplo, el tiempo indisponible productivo es de 2.438,95 horas, por lo cual, el tiempo a asignar entre los diversos equipos no ha de sobrepasar este valor.

Para iniciar la asignación, se debe poseer una tabla con el tiempo indisponible de cada nivel en conjunto con los estados de cada equipo en el respectivo nivel, es posible que durante más de algún nivel exista algún equipo detenido y, sin embargo, no haya tiempo indisponible a asignar. Esto se debe a que, si el sistema no disminuye su capacidad por debajo de lo demandado, la detención no existe a ojos de la disponibilidad productiva. En cuanto a los

niveles que, si poseen un tiempo indisponible asociado, estos se deben distribuir entre aquellos equipos que estén detenidos. Para este paso se debe utilizar la regla de distribución determinada inicialmente, para esta implementación se escogió distribuir los tiempos indisponibles de acuerdo al aporte que posee cada máquina en el sistema, esto quiere decir que, si dos máquinas están detenidas y una posee el doble de capacidad que la otra, aquella con el doble de capacidad se le asigna el doble de tiempo indisponible en comparación con la otra. Si los componentes del subsistema a analizar (como es el caso del subsistema 3 y 7) son a su vez subsistemas, entonces este paso se debe repetir hasta que se haya asignado el tiempo indisponible equivalente a cada equipo que compone el sistema a analizar. Al finalizar este cálculo, se debe tener el tiempo indisponible equivalente de cada equipo para cada nivel, para cerciorar que los cálculos anteriores han estado bien hechos, se puede sumar los tiempos equivalentes (por equipo) de cada nivel y luego sumar los tiempos indisponibles equivalentes de todos los equipos que componen el sistema, este valor debe ser igual a la suma de los tiempos indisponibles equivalentes de los subsistemas y equipos que componen el sistema al nivel general (en este caso el subsistema 3, 7 y el equipo 5C). Esto se debe repetir para cada nivel, lo cual arrojara finalmente una tabla con los tiempos de impacto indisponibles productivos de cada activo.

Equipo	Tiempo indisponible resultante
1A	17,32535
2A	254,0936
3A	184,7448
4A	98,75535
5A	149,1059
1B	17,17566
2B	277,7131
3B	203,6926
4B	95,18782
5B	141,7863
2D	152,1053
3D	99,53468
4D	100,4855
2E	130,5724
3E	98,24982
4E	88,0144
2F	140,6667
3F	109,5825
4F	103,4924
5C	900,4488

Tabla 7.3: Tiempos indisponibles resultantes de la propagación. Fuente: Elaboración propia.

Estos valores darán lugar al cálculo de indicadores de interés para el siguiente paso de la propuesta metodológica, no obstante, también son necesarios los datos respectivos del tiempo inutilizable asignado a cada equipo. Tal como se especificó, el método de cálculo es análogo considerando las detenciones operacionales como cambios de nivel. El respectivo análisis arrojo como resultados que existen 25.084 niveles distintos en el horizonte de tiempo de análisis del sistema, que la no utilización del sistema es de 3.362,73 horas.

Este análisis de propagación entrega los datos pertinentes para el cálculo de indicadores de interés, como lo son la disponibilidad, utilización, disponibilidad productiva

y utilización productiva, ya que estos fueron los indicadores que se estimaron convenientes calcular de manera inicial.

En cuanto a la disponibilidad, esta debe ser calculada tanto para los equipos como para el sistema como:

$$Disponibilidad\ (A): \frac{up\ time}{up\ time + down\ time}$$

Fórmula 7.2: Cálculo de Disponibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Donde up time se considera como el tiempo que existe entre mantenciones preventivas y correctivas, y downtime el tiempo que se tardan los equipos en reparar y volver al funcionamiento correcto.

Mientras que la utilización (fórmula 7.3) debe ser calculada para equipos como para sistema como:

$$Utilización: \frac{Tiempo\ Operativo}{Tiempo\ Disponible}$$

Fórmula 7.3: Cálculo de utilización. Fuente: Elaboración propia.

Donde el tiempo operativo considera como detenciones las detenciones operacionales, a diferencia de la disponibilidad.

Los dos indicadores recientemente mencionados han de calcularse con los tiempos que se poseen en la base de datos sin considerar propagaciones.

Por otra parte, tanto para la disponibilidad productiva como para la utilización productiva (fórmula 7.5 y 7.4 respectivamente) se deben utilizar los tiempos considerados a partir de las propagaciones.

$$U_p = 1 - \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{Downtime_n * Pr_n}{Pn_n}}{T_t}$$

Fórmula 7.4: Cálculo de Utilización productiva. Fuente: Elaboración propia.

$$A_p = 1 - \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{Downtime_n * Pr_n}{Pn_n}}{T_t}$$

Fórmula 7.5: Cálculo de Disponibilidad productiva. Fuente: Elaboración propia.

Además, se deben calcular los impactos que poseen cada equipo por sobre la disponibilidad y no utilización productiva del sistema, lo cual se efectúa mediante las formulas 7.6 y 7.7.

$$IINS_a: \sum_{j=1}^{J} \frac{Ti_{\propto} * Ca_a * E_{aj}}{\sum_{x=1}^{n} Ca_x}$$

Fórmula 7.6: Cálculo IINS. Fuente: Elaboración propia.

$$INUS_a: \sum_{j=1}^{J} \frac{Ti_{\propto} * Ca_a * E_{aj}}{\sum_{x=1}^{n} Ca_x}$$

Fórmula 7.7: Cálculo de INUS. Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta que los tiempos donde las maquinas son consideradas fuera de funcionamiento ya han sido calculadas, el cálculo de estos indicadores tan solo se genera como el tiempo de detención asignado sobre el horizonte de tiempo de análisis.

	Porcentaje de impacto en la no utilización del sistema	No Utilización	No Utilización productiva	Porcentaje de impacto en la indisponibilidad del sistema	Indisponibilidad	Indisponibilidad productiva
Equipo 1A	0,146%	3,873%	29,487%	0,123%	3,578%	3,578%
Equipo 2A	2,137%	19,936%	29,487%	0,697%	15,330%	15,330%
Equipo 3A	1,554%	18,766%	29,487%	0,990%	16,236%	16,236%
Equipo 4A	0,831%	16,588%	29,487%	0,754%	15,546%	15,546%
Equipo 5A	1,254%	17,873%	29,487%	0,820%	15,786%	15,786%
Equipo 1B	0,144%	3,906%	30,307%	0,123%	3,582%	3,582%
Equipo 2B	2,336%	20,647%	30,307%	0,877%	15,923%	15,923%
Equipo 3B	1,713%	19,245%	30,307%	1,146%	16,667%	16,667%
Equipo 4B	0,801%	16,521%	30,307%	0,715%	15,373%	15,373%
Equipo 5B	1,193%	17,684%	30,307%	0,788%	15,562%	15,562%
Equipo 2D	1,280%	19,508%	29,089%	0,723%	15,957%	15,957%
Equipo 3D	0,837%	17,340%	29,089%	0,739%	15,836%	15,836%
Equipo 4D	0,845%	17,346%	29,089%	0,729%	15,850%	15,850%
Equipo 2E	1,098%	18,492%	27,797%	0,770%	16,095%	16,095%
Equipo 3E	0,826%	17,203%	27,797%	0,709%	15,746%	15,746%
Equipo 4E	0,740%	16,761%	27,797%	0,662%	15,496%	15,496%
Equipo 2F	1,183%	18,883%	29,066%	0,740%	16,010%	16,010%
Equipo 3F	0,922%	17,494%	29,066%	0,832%	16,173%	16,173%
Equipo 4F	0,871%	17,322%	29,066%	0,792%	16,094%	16,094%
Equipo 5C	7,575%	18,507%	28,287%	6,788%	16,884%	16,884%

Tabla 7.4: Indicadores obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

Para esta ejemplificación, los indicadores obtenidos por equipo están representados en la tabla 7.4.

Análisis de Resultados

En primer lugar, antes de generar un análisis sobre los indicadores, el panel de expertos utilizando esta herramienta ha de ser capaz de definir si los indicadores y datos arrojados por esta propuesta metodológica son de interés, si falta información como puede ser la información financiera relacionada con las detenciones ocurridas durante el horizonte de tiempo a analizar entre otros tipos de campos relevantes, si se encuentra que hay

información de más o si tal vez se estima que la distribución de tiempos por propagación no fue la más efectiva y el método de asignación ha de ser distinto. De ser así el caso, el panel debe mostrar con fundamentos cuales son las falencias existentes y como mejorar el análisis, posteriormente deben replantear los datos de interés para comenzar la implementación una vez más.

Si el panel estima que los datos obtenidos son satisfactorios y cumplen con las expectativas en cuanto a profundidad de los resultados arrojados, entonces es posible proceder en el análisis de los indicadores, con los cuales se pueden generar una jerarquía en cuanto al impacto de activo, el cual debe ser confeccionado tanto por disponibilidad productiva como utilización productiva para luego ser comparados.

Generando un análisis a partir del contraste de los indicadores de disponibilidad y utilización en contraste con sus pares productivos, se puede cierta relación en los equipos del sistema entre el grado de indisponibilidad clásica calculada y el nivel de impacto que poseen cada uno de estos sobre la indisponibilidad productiva del sistema, este es el caso de los equipos 5C y 3B, donde el equipo 5C posee mayor grado incidencia en la disponibilidad del sistema y a su vez posee el mayor grado de indisponibilidad clásica. La misma situación ocurre con el equipo 3 B, el cual está posicionado en segundo lugar para tanto el impacto de cada equipo sobre el sistema como también el valor de indisponibilidad clásica. Es importante notar como esta relación se pierde a medida que se avanza en la lista de jerarquización de equipos, donde la estrecha relación de jerarquía entre la indisponibilidad clásica y el nivel de impacto de cada equipo en la indisponibilidad productiva.

En cuanto a los indicadores relacionados con la utilización del sistema, se puede apreciar al equipo 5C como aquel que posee el mayor grado de incidencia sobre la utilización del sistema, siendo este un valor del 7,757% del 28,2873%, sin embargo, al analizar al equipo 5C desde un punto de vista de utilización clásica, se puede apreciar como este se inserta en el 7mo lugar con una no utilización del 18.507%. Tal contraste entre indicadores permite encontrar potenciales problemas que hubiesen sido imperceptibles sin la implementación de un análisis de propagación.

Jerarquización por nivel de impacto sobre disponibilidad productiva	
Componente	Indisponibilidad productiva
Sistema	20,52%
Subsistema 1	3,38%
Subsistema 2	3,65%
Subsistema 3	7,03%
Subsistema 4	2,19%
Subsistema 5	2,14%
Subsistema 6	2,36%
Subsistema 7	6,70%
Equipo 5C	6,79%
Equipo 3B	1,15%
Equipo 3A	0,99%
Equipo 2B	0,88%
Equipo 3F	0,83%
Equipo 5A	0,82%
Equipo 4F	0,79%
Equipo 5B	0,79%
Equipo 2E	0,77%
Equipo 4A	0,75%
Equipo 2F	0,74%
Equipo 3D	0,74%
Equipo 4D	0,73%
Equipo 2D	0,72%
Equipo 4B	0,71%
Equipo 3E	0,71%
Equipo 2A	0,70%
Equipo 4E	0,66%
Equipo 1A	0,12%
Equipo 1B	0,12%
Activo Crítico	Equipo 5C

Tabla 7.5: Jerarquización por nivel de impacto sobre disponibilidad productiva. Fuente: Elaboración propia.

Jerarquización por nivel de impacto sobre utilización productiva	
Componente	No utilización
Sistema	28%
Subsistema 1	6%
Subsistema 2	6,19%
Subsistema 3	12,11%
Subsistema 4	2,96%
Subsistema 5	2,67%
Subsistema 6	2,98%
Subsistema 7	8,60%
Equipo 5C	7,57%
Equipo 2B	2,34%
Equipo 2A	2,14%
Equipo 3B	1,71%
Equipo 3A	1,55%
Equipo 2D	1,28%
Equipo 5A	1,25%
Equipo 5B	1,19%
Equipo 2F	1,18%
Equipo 2E	1,10%
Equipo 3F	0,92%
Equipo 4F	0,87%
Equipo 4D	0,85%
Equipo 3D	0,84%
Equipo 4A	0,83%
Equipo 3E	0,83%
Equipo 4B	0,80%
Equipo 4E	0,74%
Equipo 1A	0,15%
Equipo 1B	0,14%
Activo Crítico	Equipo 5C

Tabla 7.6: Jerarquización por nivel de impacto sobre utilización productiva. Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos arrojados anteriormente en las tablas 7.5 y 7.6, se puede apreciar que el activo con mayor jerarquía según su no utilización en este sistema complejo es el

equipo 5C, seguido del 2B y 2A, y en cuanto a subsistemas, el de mayor jerarquía es el 3. En cuanto a jerarquización por indisponibilidad productiva, los primeros 3 equipos con mayor jerarquía son el 5C, 3B y 3A, y el subsistema con mayor jerarquía es el 7.

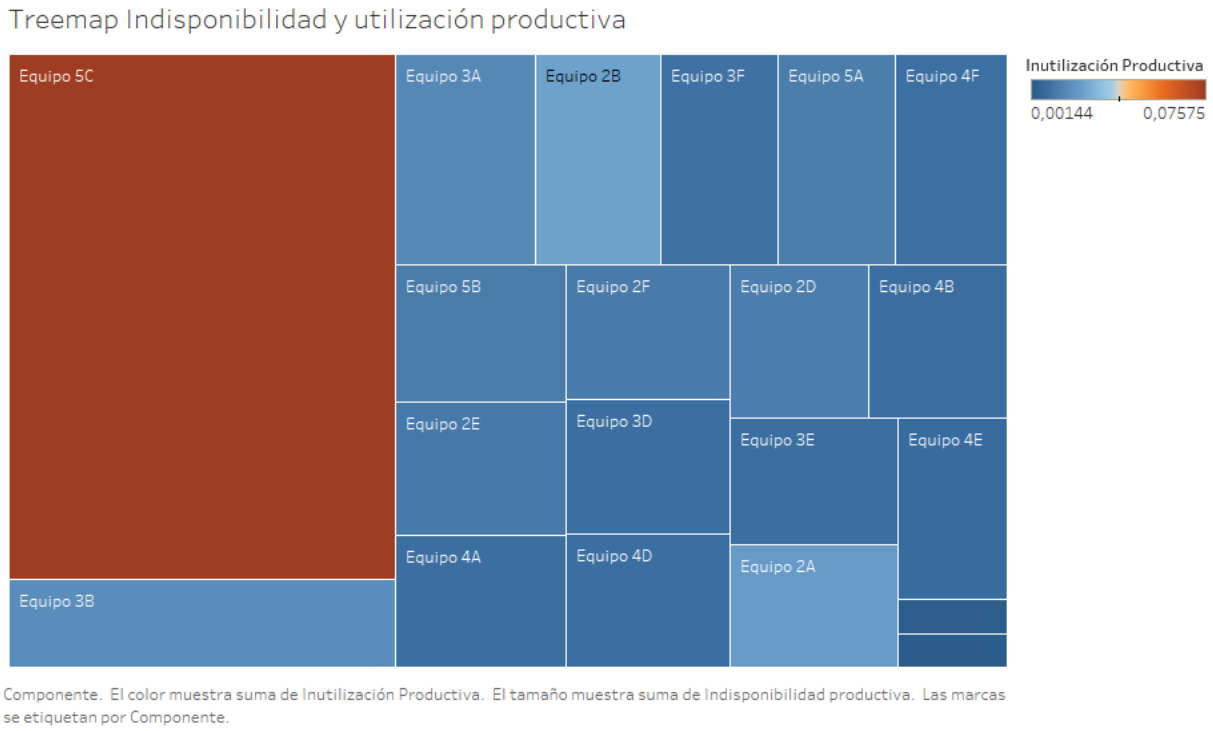

Gráfico 7.2: TreeMap de los componentes del sistema y su aporte a la No utilización e indisponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

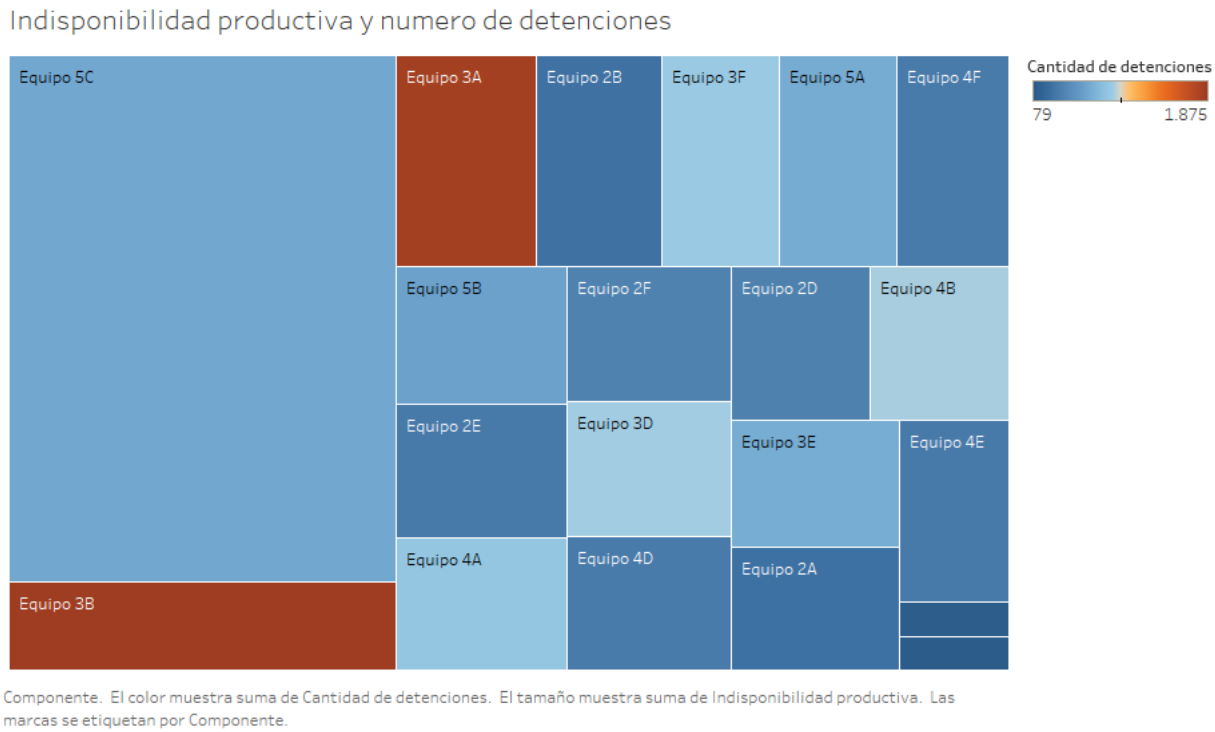

Gráfico 7.3: TreeMap de los componentes del sistema y su aporte a la indisponibilidad productiva en contraste con la frecuencia de detenciones. Fuente: Elaboración propia.

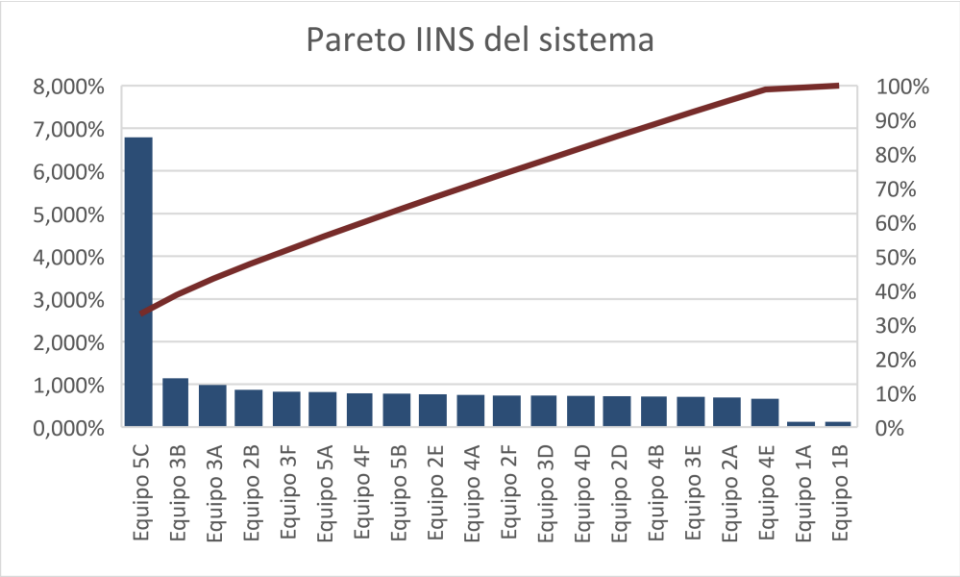

Gráfico 7.4: Análisis de Pareto de impacto sobre indisponibilidad productiva del sistema. Fuente: Elaboración propia.

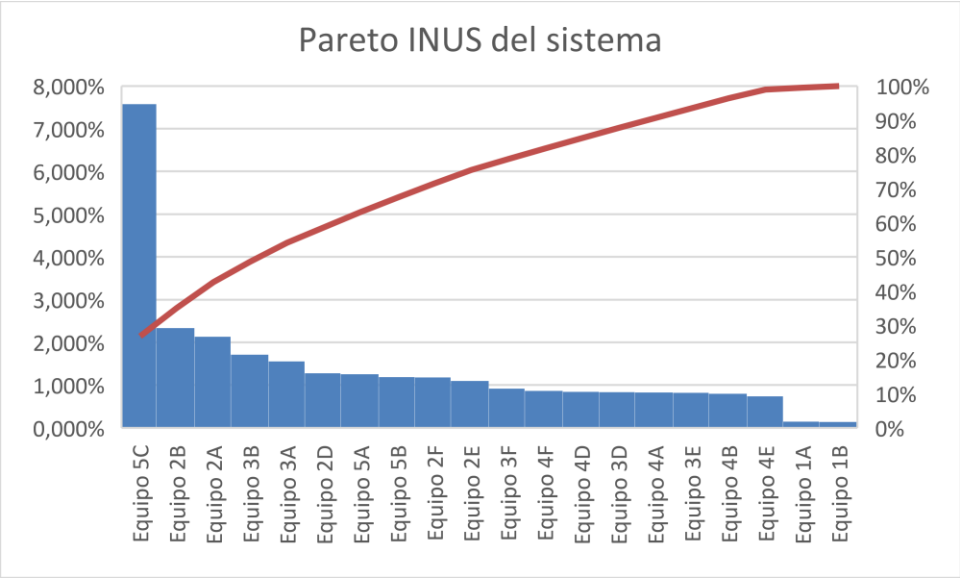

Gráfico 7.5: Análisis de Pareto del impacto sobre la no utilización del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Aplicando un análisis de Pareto sobre los equipos y la incidencia de las detenciones de estos en el tiempo de funcionamiento del sistema, se puede ver en el gráfico 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 a simple vista como el equipo 5C es el causante de más del 20% de la disminución del desempeño y que, si bien no es el equipo que posee mayor frecuencia de detenciones, es el que posee mayor incidencia en las detenciones del sistema, por lo cual se debe efectuar un análisis más detallado sobre el funcionamiento de este equipo. Al analizar las incidencias que tienen cada tipo de detención por sobre el downtime del equipo, como se indica en la tabla 7.7, las detenciones de tipo mecánica son aquellas con mayor incidencia sobre el tiempo de detención del equipo, por lo cual se deben analizar las causas que originan estas detenciones con tal de solucionar aquellas más incidentes.

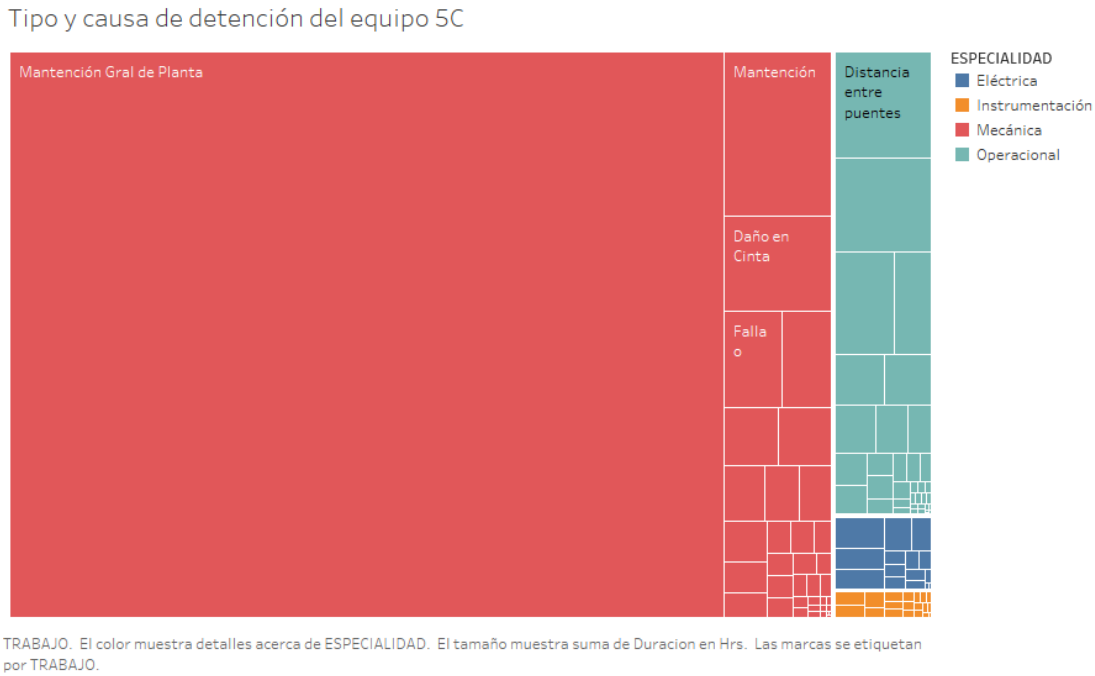

Gráfico 7.4: Treemap de los tipos de detención, causas de detención e incidencia en el tiempo de detención del equipo 5C. Fuente: Elaboración propia.

Tipo	Efecto (hrs)
Mecánica	1966,811482
Operacional	193,1256788
Eléctrica	30,7883087
Instrumentación	11,84721274

Tabla 7.7: Tipo de fallas del Equipo 5C y su aporte en el downtime de este. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 7.8, las mantenciones generales de la planta en conjunto con las mantenciones sobre programadas y el daño en la cinta son aquellas de mayor incidencia (si bien el 87% de las detenciones se deben al mantenimiento general de planta, también se procede a evaluar las dos causas con mayor grado de incidencia que proceden al mantenimiento general de planta), dentro de esto se puede reafirmar las observaciones efectuadas en conjunto con el gráfico 7.1 que indican una programación de mantenimiento

preventivo que supera con creces las otras causas de mal funcionamiento, por lo cual se estima necesario replantear las programaciones de estas, al igual que fijarse en las causas del daño en la cinta transportadora ya que es una causa con mayor incidencia en contraste con las otras causas presentes de detención, lo cual no debiese ser tan recurrente ante la presencia de tanto mantenimiento preventivo.

Causa	Efecto (hrs)
Mantención Gral. de Planta	1707,639745
Mantención Sobre programada	75,28077311
Daño en Cinta Transportadora	43,76774276
Falla o ajuste de Guardera	23,84720314
Falla o ajuste de Guardera	23,84720314
Falla frento anti retroceso (back stop)	20,16665053
Falla Freno Aparcamiento Carro Móvil	13,51526697
Falla Reductor	13,0222118
Falla Polines	9,576381228
Rotura/Fuga en Chute	8,058326887
Otro Mecánico (Especificar en Comentarios)	7,643049441
Falla Polín	7,483327347
Falla Polín	7,483327347
Rotura /Fuga en Chute Alimentación	5,683328787
Falla Estación de Polines	4,460551987
Mantención Progr. por Oportunidad (MEC)	3,33527511
Rotura/Fuga en Chute Descarga	3,133330827
Otro Mecánico (Retiro cama piedra)	2,558331287
Falla Frenos Electromagnético del motor reductor (MEC)	2,533331307
Ajuste cajón guiador de alimentación	2,461109142
Otro Mecánico (detención CM)	2,208053789
Inspección de Correa (MEC)	2,086109442
Caída Placa Chute Alimentación	1,441665513
Caída Placa Chute Descarga	1,284721194
Limpieza Mecánica	1,243054561
Desviación Mantención Mecánica (rebarbe reparación cinta)	1,069443589
Falla Raspador Cinta	0,648610592
Otros Mecánicos	0,616666173
Sobre corriente motor reductores	0,42499966
Des alineamiento de Correa (MEC)	0,311110862
Partida equipo	0,266666453
Otro Mecánico (Falla partido equipo)	0,216666493
Desgaste/Deformación de rieles de desplazamiento	0,166666533
Des alineamiento de Correa	0,14999988
Inspección de equipo (MEC)	0,143055441
Otro Mecánico (Retiro guarderas)	0,141666553
Daño estructural (MEC)	0,052777736
Otro Mecánico (Desaceleración del carro)	0,052777736
Otro Mecánico (act. Pullcord personal mec)	0,03749997

Tabla 7.7: Causas de detenciones y su aporte en horas a las detenciones del equipo 5C.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la data anterior se puede generar un análisis sobre la planificación efectuada sobre los activos, en cuanto a los contrastes encontrados entre MC y MP, mientras que la diferencia existente entre los indicadores clásicos y sus pares productivos pueden indicar posibles oportunidades de mejora en el diseño del sistema, como el cambio de equipos o un posible cambio de configuración.

Haciendo un análisis de contraste entre los 3 primeros lugares de cada tabla, se puede apreciar cómo se mantiene el equipo 5C en la primera posición para ambos casos, sin embargo, el aporte de las detenciones operacionales no va más allá del 1%, por lo cual se debe hacer un análisis de sus mantenimientos preventivos y correctivos. Al analizar estos se puede apreciar que los mantenimientos correctivos suman 301 horas y 37 minutos mientras que los mantenimientos preventivos alcanzan el valor de 1707 horas y 49 minutos, de los cuales 1707 horas y 38 minutos son causadas por mantenimiento general de la planta. A raíz de lo anterior se puede sospechar que se está sobreestimando la cantidad de mantenimientos preventivos necesarios al equipo lo cual se puede deber a que es un equipo crítico en el sistema ya que no posee apoyo de otro en particular, sin embargo, esta medida proteccionista está incurriendo en una baja disponibilidad del sistema, por lo cual se recomienda analizar las planificaciones de estas y rectificar si es necesario incurrir en tantas horas de mantenimiento preventivo.

Como se puede apreciar en el gráfico 7.1, si bien los mantenimientos correctivos están presentes en mayor cantidad que los mantenimientos preventivos, estos suman un total considerablemente menor a aquellas del mantenimiento preventivo. Esto permite facilitar un *Root Cause Analysis* para el equipo 5C ya que la propuesta entrega la información lista y ordenada para comenzar a efectuar el análisis respectivo.

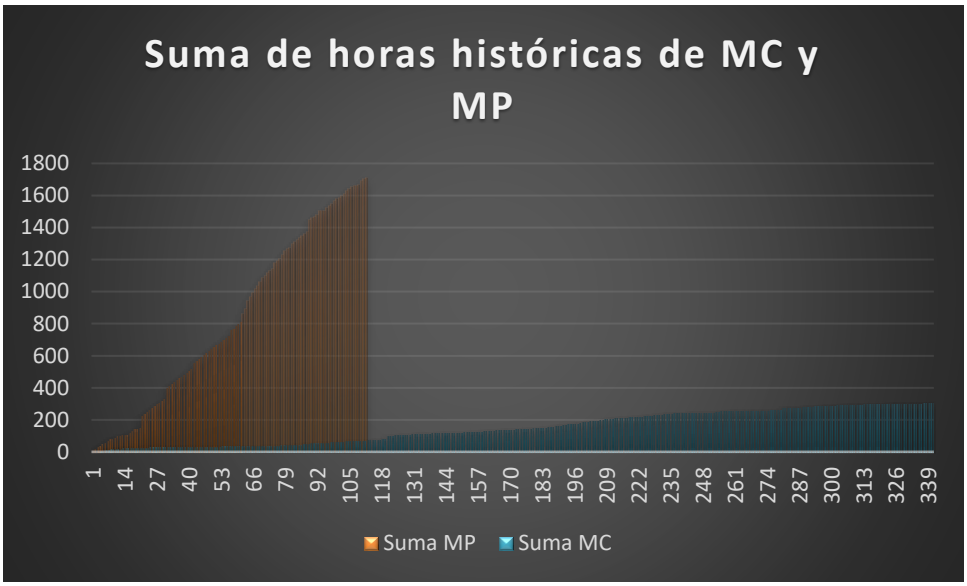

Gráfico 7.1: Mantenimiento correctivo versus mantenimiento preventivo de equipo 5C.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto los análisis de contraste entre la jerarquización por disponibilidad productiva y utilización productiva (tabla 7.4), se puede ver claramente como el equipo 2A escala desde el cuarto último puesto hasta el tercero, aumentando de un 0,7% a un 2,14%, lo cual indica una cantidad de tiempo considerable en detenciones operacionales, en contraste con el equipo 2B que cumple la misma función y está en un subsistema similar al equipo 2A, se puede apreciar que el aumento en consideración a las detenciones operacionales es de un nivel similar cercano al 1,5%. Si se analizan las detenciones operacionales de cada equipo, se puede apreciar que las horas dedicadas a esta están distribuidas de manera bastante uniforme siendo que las causas con mayor incidencia poseen un aporte cercano al 10% del tiempo total de las detenciones operacionales, sin embargo, esto es un punto que permite la mejora del sistema.

Por último, todos los análisis posteriores más allá del cálculo de indicadores, no son más que meras sugerencias, ya que todo el análisis posterior y la elección de los mejores

indicadores a calcular como también las reglas de distribución, deben ser escogidas por aquellos que deseen implementar esta propuesta metodológica, donde sus elecciones se deben poder adecuar tanto al sistema que están analizando, como al contexto en el cual este se encuentra, ya sea temporal, económico, geográfico, industrial, entre otros más. Es por esto que se hace hincapié en que el lector no debe de quedarse con la idea de que las reglas e indicadores sugeridos en este texto son los únicos a utilizar.

8 CONCLUSIONES

Para concluir, se ha presentado una propuesta metodológica cuyo objetivo es el de simplificar el análisis de datos históricos para permitir el cálculo de jerarquía de los equipos involucrados en un sistema, lo anterior por medio de la representación de sistemas complejos compuestos por equipos en configuración fraccionada, en serie, entre otras. Esta propuesta responde a la necesidad de:

- Representar y analizar sistemas complejos.
- Simplificar los datos históricos de los diversos equipos de una organización.
- Representar la propagación de fallas, tanto de manera ascendente como descendente en un sistema.
- Generar una mejora continua dentro de una organización en el área de gestión de activos.
- Confeccionar un orden de activos según una jerarquía desde el punto de vista de impacto que posee cada activo en el sistema.
- Determinar un indicador de desempeño que permita el análisis de propagación de fallas en la gestión de activos.

La principal visión de esta propuesta radica en que su objetivo es generar un análisis de un sistema, por medio de la representación de su data histórica apoyándose del criterio de expertos al igual que en los sistemas de información de una organización, generando sinergia entre las partes. Además, la opción iterativa de esta propuesta, permite el mejoramiento continuo de la propuesta misma, adaptándose de mejor manera en cada entorno en el cual se

implemente, para lograr así, una comprensión de los estados y jerarquización de los equipos más profunda.

Esta propuesta metodológica nace como respuesta a la necesidad de analizar, por medio de la data histórica, sistemas complejos donde finalmente se pueda generar un índice de criticidad, lo que debe de considerar el aporte de las detenciones de cada equipo a las detenciones del sistema y luego como afecta los sistemas a cada equipo. El diseño de esta se ha efectuado considerando un método de control y mejora de la misma, de tal manera facilitar la implementación en diversos contextos y ante diversas necesidades. Lo anterior se busca por medio de la integración de las bases de datos (en conjunto con los departamentos de TI) con un panel de expertos en materia de gestión de activos, los cuales permitan generar una base de datos simplificada y lista para el análisis de los equipos. Es fundamental que los expertos definan, de manera certera, los campos de interés de la organización, ya que en base a estas definiciones se deben ejecutar las reglas de distribución o también sobre las mismas se deben elegir los campos de interés en la confección de la base de datos unificada.

Al implementar la propuesta, es probable la realización de cambios importantes de alguna etapa del proyecto, esto debido a la característica de mejora continua que posee la propuesta, sin embargo, es importante preservar la información recopilada en cada iteración, ya que puede ser útil al momento de proponer nuevos cambios y mejoras. En el campo de los cambios propuestos a cada iteración, es de suma relevancia que estos sean con una justificación pertinente ya que, de no ser así, se puede incurrir en un bucle que impida la generación de conocimientos y análisis finales.

Dado que la propuesta es modificable durante su implementación, es importante destacar que no se deben generar cambios con el fin de manipular los datos, es decir, agregar, suprimir o modificar campos de interés para obtener datos e indicadores finales como se desearía que fuesen (sin importar la razón), ya que estos deben ser una representación imparcial de la realidad del sistema.

En cuanto el modelamiento de sistemas complejos, esta propuesta es capaz de modelar sistemas en serie, paralelo, redundantes parcial y totalmente, sistemas fraccionados y todas las combinaciones posibles entre ellos (incluyendo niveles de subsistemas anidados dentro de otros subsistemas). Sin embargo, esta propuesta no ha sido diseñada para analizar sistemas en configuración stand-by, por lo cual este es una temática interesante para abordar en estudios futuros.

Esta propuesta solo modela el sistema principal y no considera sistemas de apoyo, temática la cual también es interesante para la postulación de un nuevo estudio futuro, ya que los sistemas de apoyo son muchas veces cruciales para el proceso de producción, tales como sistemas de enfriamiento entre otros.

Por último, la propuesta metodológica ha sido capaz de representar sistemas complejos con data histórica como fue supuesto, lo cual permite obtener datos necesarios para la confección de indicadores para la gestión de activos además de indicadores sobre desempeño, pero la propuesta tan solo sugiere indicadores finales (fuera de los indicadores productivos) a utilizar con esta metodología, debido a que estos han sido considerados como atingentes según las necesidades planteadas anteriormente.

9 REFERENCIAS

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, *107*(1), 223–236. http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009

Ahmad, M. M., & Dhafr, N. (2002). Establishing and improving manufacturing performance measures, *18*, 171–176.

Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures : Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*, *35*, 144–154. http://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.12.003

Arata, A., & Villalón, R. (2008). Determinación de equipos críticos en una planta de Chancado a través de la plataforma R-MES. In *Conferencia Latinoamericana de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad Operacional*.

Banco Central. (2015). *Evolución del precio del cobre*. Santiago. Retrieved from www.bcentral.cl

Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P., & Stegmaier, R. (2014). A case study of GAMM (Graphical analysis for maintenance management) applied to water pumps in a sewage treatment plant, Chile. *Quality and Reliability Engineering International*, *30*(8), 1473–1480. http://doi.org/10.1002/qre.1549

Caldeira, J., Cunha, P. F., & Craveiro, J. T. (2013). Maintenance database. *Procedia CIRP*, *7*, 551–556. http://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.031

Castillo, E., Verdugo, S., & Cantallopts, J. (2015). *Productividad en la Industria Minera en*

Chile.

Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & F, P. S. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles. *Procedia Manufacturing*, *2*(February), 102–107. http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090

Comisión Nacional de Productividad. (2016). *Productividad de la Gran Mineria del Cobre*.

Consejo Minero. (2016). *Minería en Cifras*. Santiago. Retrieved from http://www.consejominero.cl/

Deniz, M., Seçkin, Ş. N., & Cüreoğlu, M. (2013). Micro-Economic Competitiveness: A Research on Manufacturing Firms Operating in TRB1region. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *75*, 465–472. http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.050

Edwards, W. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved Simple Method for Multiatributte Utility Measurement. http://doi.org/10.1006/obhd.1994.1087

Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 1–11. http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042

Frederick S, R. (2009). *Handbook of Reiability, Availability, Maintainability and Safety in Engineering Design*. Queensland. http://doi.org/10.1007/978-1-84800-175-6

Grubessich, T., Johns, E., Viveros, P., Stegmaier, R., & Kristjanpoller, F. (2014). A framework proposal to analyse the performance of assets under complex system. http://doi.org/10.1201/b17399-262

Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation : A Case Study, *1*(1), 115–124.

Martínez, L. B., Márquez, A. C., Gunckel, P. V., & Andreani, A. A. (2013). The graphical

analysis for maintenance management method: A quantitative graphical analysis to support maintenance management decision making. *Quality and Reliability Engineering International*, *29*(1), 77–87. http://doi.org/10.1002/qre.1296

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, *83*(6), 662–673. http://doi.org/10.1205/cherd.04351

Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Int . J . Production Economics Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *Intern. Journal of Production Economics*, *131*(1), 295–302. http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039

Park, Y.-T. (2006). An empirical investigation of the effects of data warehousing on decision performance. *Information & Management*, *43*(1), 51–61. http://doi.org/10.1016/j.im.2005.03.001

Rodríguez C, J., Vega C, A., Chamorro M, J., & Acevedo O, M. (2015). *Evolución , administración e impacto fiscal de los ingresos del cobre en Chile*.

Tylee, L. (1998). *Learn Visual Basic 6 . 0* (Vol. 98008). Bellevue.

VERGARA, J. T. C. (2012). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA JERARQUIZAR Y AUDITAR ACTIVOS SEGÚN CRITICIDAD*. Universidad Tecnica Federico Santa Maria.

Viveros Gunckel, P., Crespo Márquez, A., Barberá Martinez, L., & Gonzalez Rossel, J. P. (2015). Graphical Analysis for Operation Management: A Graphical Method to Support Operation Decision Making. *Quality and Reliability Engineering International*. http://doi.org/10.1002/qre.1936

Womack, J. P. (2003). *Lean Thinking*. (First Free Press, Ed.) (10th ed.). New York.

10 ANEXO

Código de VBA

```
Sub CasosDisp()


filaa = 4

filab = 4

filac = 4

filad = 4

filae = 4

filaf = 4

filag = 4

filah = 4

filai = 4

filaj = 4

filak = 4

filal = 4

filam = 4

filan = 4

filao = 4

filap = 4

filaq = 4

filar = 4

filas = 4

filat = 4


a = Sheets("Hoja1").Cells(filaa, 9)

b = Sheets("Hoja1").Cells(filab, 10)
```

```
c = Sheets("Hoja1").Cells(filac, 11)

d = Sheets("Hoja1").Cells(filad, 12)

e = Sheets("Hoja1").Cells(filae, 13)

f = Sheets("Hoja1").Cells(filaf, 14)

g = Sheets("Hoja1").Cells(filag, 15)

h = Sheets("Hoja1").Cells(filah, 16)

i = Sheets("Hoja1").Cells(filai, 17)

j = Sheets("Hoja1").Cells(filaj, 18)

k = Sheets("Hoja1").Cells(filak, 19)

l = Sheets("Hoja1").Cells(filal, 20)

m = Sheets("Hoja1").Cells(filam, 21)

n = Sheets("Hoja1").Cells(filan, 22)

o = Sheets("Hoja1").Cells(filao, 23)

p = Sheets("Hoja1").Cells(filap, 24)

q = Sheets("Hoja1").Cells(filaq, 25)

r = Sheets("Hoja1").Cells(filar, 26)

s = Sheets("Hoja1").Cells(filas, 27)

t = Sheets("Hoja1").Cells(filat, 28)


eacom = 0 'pozo para definir el tiempo acumulado por falla'

facom = 0


caso = 4

est = 3


While caso < 7742
```

```
If a < b And a < c And a < d And a < e And a < f And a < g And a < h And a < i And a < j And a < k And a < l And a < m And a < n And a < o And a < p And a < q And a < r And a < s And a < t Then

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = a
    filaa = filaa + 1
    a = Sheets("Hoja1").Cells(filaa, 9)
    If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2) = 1 Then
        Call filaa1(caso)

    Else
        Call filaa2(caso)
    End If
    caso = caso + 1

Else

    If d < a And d < b And d < c And d < e And d < f And d < g And d < h And d < i And d < j And d < k And d < l And d < m And d < n And d < o And d < p And d < q And d < r And d < s And d < t Then
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = d
        filad = filad + 1
        d = Sheets("Hoja1").Cells(filad, 12)
        If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5) = 1 Then
            Call filad1(caso)
        Else
```

```
            Call filad2(caso)
        End If
        caso = caso + 1
    Else
        If b < a And b < c And b < d And b < e And b < f And b < g And b < h And b < i And b < j And b < k And b < l And b < m And b < n And b < o And b < p And b < q And b < r And b < s And b < t Then
            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = b
            filab = filab + 1
            b = Sheets("Hoja1").Cells(filab, 10)
            If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3) = 1 Then
                Call filab1(caso)
            Else
                Call filab2(caso)

            End If
            caso = caso + 1

        Else
            If c < a And c < b And c < d And c < e And c < f And c < g And c < h And c < i And c < j And c < k And c < l And c < m And c < n And c < o And c < p And c < q And c < r And c < s And c < t Then
                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = c
                filac = filac + 1
                c = Sheets("Hoja1").Cells(filac, 11)
                If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4) = 1 Then
                    Call filac1(caso)
                Else
```

```
            Call filac2(caso)

        End If

        caso = caso + 1

      Else

        If e < a And e < b And e < c And e < d And e < f And e < g And e < h And e < i And e < j And e < k And e < l And e < m And e < n And e < o And e < p And
e < q And e < r And e < s And e < t Then

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = e

          filae = filae + 1

          e = Sheets("Hoja1").Cells(filae, 13)

          If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6) = 1 Then

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = 0

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


End If
```

```
caso = caso + 1

Else

If f < a And f < b And f < c And f < d And f < e And f < g And f < h And f < i And f < j And f < k And f < l And f < m And f < n And f < o And f < p And f < q And f < r And f < s And f < t Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = f

filaf = filaf + 1

f = Sheets("Hoja1").Cells(filaf, 14)

If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7) = 1 Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = 0

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


End If


caso = caso + 1
```

```
Else

If g < a And g < b And g < c And g < d And g < e And g < f And g < h And g < i And g < j And g < k And g < l And g < m And g < n And g < o And g < p And g < q And g < r And g < s And g < t Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = g

filag = filag + 1

g = Sheets("Hoja1").Cells(filag, 15)

If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8) = 1 Then

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = 0

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

  Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)
```

```
    Else

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


    End If


    caso = caso + 1

Else
```

```
If h < a And h < b And h < c And h < d And h < e And h < f And h < g And h < i And h < j And h < k And h < l And h < m And h < n And h < o And h
< p And h < q And h < r And h < s And h < t Then

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = h

    filah = filah + 1

    h = Sheets("Hoja1").Cells(filah, 16)

    If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9) = 1 Then

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


    Else
```

```
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = 1

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End If

caso = caso + 1

Else

If i < a And i < b And i < c And i < d And i < e And i < f And i < g And i < h And i < j And i < k And i < l And i < m And i < n And i < o And i < p
And i < q And i < r And i < s And i < t Then
```

```
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = i

filai = filai + 1

i = Sheets("Hoja1").Cells(filai, 17)

If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10) = 1 Then

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = 0

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)
```

```
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


End If


caso = caso + 1

Else

If j < a And j < b And j < c And j < d And j < e And j < f And j < g And j < h And j < i And j < k And j < l And j < m And j < n And j < o And j <
p And j < q And j < r And j < s And j < t Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = j

filaj = filaj + 1

j = Sheets("Hoja1").Cells(filaj, 18)
```

```
If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11) = 1 Then

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = 0

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
```

```
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


End If


caso = caso + 1

Else

If k < a And k < b And k < c And k < d And k < e And k < f And k < g And k < h And k < i And k < j And k < l And k < m And k < n And k
< o And k < p And k < q And k < r And k < s And k < t Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = k

filak = filak + 1

k = Sheets("Hoja1").Cells(filak, 19)

If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12) = 1 Then

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = 0

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)
```

```
            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

        End If



        caso = caso + 1

    Else

        If l < a And l < b And l < c And l < d And l < e And l < f And l < g And l < h And l < i And l < j And l < k And l < m And l < n And l < o
And l < p And l < q And l < r And l < s And l < t Then

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = l

            filal = filal + 1

            l = Sheets("Hoja1").Cells(filal, 20)

            If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13) = 1 Then

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = 0

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


Else

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)
```

```
            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)


        End If


        caso = caso + 1

    Else

        If m < a And m < b And m < c And m < d And m < e And m < f And m < g And m < h And m < i And m < j And m < k And m < l And
m < n And m < o And m < p And m < q And m < r And m < s And m < t Then

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = m

            filam = filam + 1

            m = Sheets("Hoja1").Cells(filam, 21)

            If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14) = 1 Then

                Call filam1(caso)


            Else

                Call filam2(caso)


            End If


            caso = caso + 1

        Else
```

```
If n < a And n < b And n < c And n < d And n < e And n < f And n < g And n < h And n < i And n < j And n < k And n < l And n < m
And n < o And n < p And n < q And n < r And n < s And n < t Then

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = n

    filan = filan + 1

    n = Sheets("Hoja1").Cells(filan, 22)

    If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15) = 1 Then

        Call filan1(caso)



    Else

        Call filan2(caso)



    End If



    caso = caso + 1

Else

    If o < a And o < b And o < c And o < d And o < e And o < f And o < g And o < h And o < i And o < j And o < k And o < l And o <
m And o < n And o < p And o < q And o < r And o < s And o < t Then

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = o

        filao = filao + 1

        o = Sheets("Hoja1").Cells(filao, 23)

        If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16) = 1 Then

            Call filao1(caso)



        Else

            Call filao2(caso)



        End If
```

```
caso = caso + 1
Else
If p < a And p < b And p < c And p < d And p < e And p < f And p < g And p < h And p < i And p < j And p < k And p < l And p < m And p < n And p < o And p < q And p < r And p < s And p < t Then
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = p
filap = filap + 1
p = Sheets("Hoja1").Cells(filap, 24)
If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17) = 1 Then
Call filap1(caso)

Else
Call filap2(caso)

End If

caso = caso + 1
Else
If q < a And q < b And q < c And q < d And q < e And q < f And q < g And q < h And q < i And q < j And q < k And q < l And q < m And q < n And q < o And q < p And q < r And q < s And q < t Then
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = q
filaq = filaq + 1
q = Sheets("Hoja1").Cells(filaq, 25)
If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18) = 1 Then
Call filaq1(caso)

Else
Call filaq2(caso)
```

```
End If

caso = caso + 1
Else
If r < a And r < b And r < c And r < d And r < e And r < f And r < g And r < h And r < i And r < j And r < k And r < l And r
< m And r < n And r < o And r < p And r < q And r < s And r < t Then
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = r
filar = filar + 1
r = Sheets("Hoja1").Cells(filar, 26)
If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19) = 1 Then
Call filar1(caso)

Else
Call filar2(caso)

End If

caso = caso + 1
Else
If s < a And s < b And s < c And s < d And s < e And s < f And s < g And s < h And s < i And s < j And s < k And s < l
And s < m And s < n And s < o And s < p And s < q And s < r And s < t Then
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = s
filas = filas + 1
s = Sheets("Hoja1").Cells(filas, 27)
If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20) = 1 Then
Call filas1(caso)

Else
```

```
                    Call filas2(caso)

                  End If

                  caso = caso + 1
                Else
                  If t < a And t < b And t < c And t < d And t < e And t < f And t < g And t < h And t < i And t < j And t < k And t < l
And t < m And t < n And t < o And t < p And t < q And t < r And t < s Then
                    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 23) = t
                    filat = filat + 1
                    t = Sheets("Hoja1").Cells(filat, 28)
                    If Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21) = 1 Then
                      Call filat1(caso)

                    Else
                      Call filat2(caso)

                    End If

                    caso = caso + 1
                  End If
                End If
              End If
            End If
          End If
        End If
      End If
    End If
```

```
                End If
            End If
        End If
    End If
  End If
 End If
  End If
   End If
    End If
     End If
      End If
       End If
        End If
         End If
          End If
           End If
            End If
             End If
              End If
               End If
                End If
                 End If
                  End If
                   End If
                    End If
                     End If
                      End If
                       End If
                        End If
                         End If
                          End If
                           End If
                            End If
                             End If
                              End If
                               End If
                                End If
                                 End If
                                  End If
                                   End If
                                    End If
                                     End If
                                      End If
                                       End If
                                        End If
                                         End If
                                          End If
                                           End If
                                            End If
                                             End If
                                              End If
                                               End If
                                                End If
                                                 End If
                                                  End If
                                                   End If
                                                    End If
                                                     End If
                                                      End If
                                                       End If
                                                        End If
                                                         End If
                                                          End If
                                                           End If
                                                            End If
                                                             End If
                                                              End If
                                                               End If
                                                                End If
                                                                 End If
                                                                  End If
                                                                   End If
                                                                    End If
                                                                     End If
                                                                      End If
                                                                       End If
                                                                        End If
                                                                         End If
                                                                          End If
                                                                           End If
                                                                            End If
                                                                             End If
                                                                              End If
                                                                               End If
                                                                                End If
                                                                                 End If
                                                                                  End If
                                                                                   End If
                                                                                    End If
                                                                                     End If
                                                                                      End If
                                                                                       End If
                                                                                        End If
                                                                                         End If
                                                                                          End If
                                                                                           End If
                                                                                            End If
                                                                                             End If
                                                                                              End If
                                                                                               End If
                                                                                                End If
                                                                                                 End If
                                                                                                  End If
                                                                                                   End If
                                                                                                    End If
                                                                                                     End If
                                                                                                      End If
                                                                                                       End If
                                                                                                        End If
                                                                                                         End If
                                                                                                          End If
                                                                                                           End If
                                                                                                            End If
                                                                                                             End If
                                                                                                              End If
                                                                                                               End If
                                                                                                                End If
                                                                                                                 End If
                                                                                                                  End If
                                                                                                                   End If
                                                                                                                    End If
                                                                                                                     End If
                                                                                                                      End If
                                                                                                                       End If
                                                                                                                        End If
                                                                                                                         End If
                                                                                                                          End If
                                                                                                                           End If
                                                                                                                            End If
                                                                                                                             End If
                                                                                                                              End If
                                                                                                                               End If
                                                                                                                                End If
                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    End If
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filaa2(caso)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filad1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub
```

```
Sub filad2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filab1(caso)

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = 0

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

          Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filab2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filac1(caso)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = 0

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

            Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filac2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filat1(caso)

                Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = 0
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

End Sub

Sub filat2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

End Sub

Sub filas2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filas1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)
```

```
Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filar2(caso)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = 1

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filar1(caso)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = 0

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)
End Sub
Sub filaq2(caso)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = 1
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)
End Sub
Sub filaq1(caso)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = 0
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)
```

```
    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filap2(caso)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = 1

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

    Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub
```

```
Sub filap1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filao2(caso)

      Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = 1

      Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

      Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

      Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

      Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filao1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filan2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = 1

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filan1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 14)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filam2(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = 1
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub

Sub filam1(caso)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 14) = 0

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 3) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 3)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 5) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 5)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 2) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 2)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 6) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 6)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 4) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 4)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 8) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 8)
```

```
        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 7) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 7)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 9) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 9)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 10) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 10)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 11) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 11)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 12) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 12)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 13) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 13)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 15) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 15)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 16) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 16)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 17) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 17)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 18) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 18)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 19) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 19)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 20) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 20)

        Sheets("Hoja2").Cells(caso, 21) = Sheets("Hoja2").Cells(caso - 1, 21)

End Sub
```

Tabla de Estados de la Base de Datos Utilizada.

N° del estado del sistema		0	1	2	3	4	5
Estado de cada equipo donde: 1 el equipo está disponible y 0 el equipo esta indisponible	2110-BN001-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2110-FE001-CO1	1	1	0	0	0	⋮
	2110-SN001-CO1	1	1	1	0	0	⋮
	2110-CR001-CO1	1	1	1	1	0	⋮
	2120-CV001-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2110-BN002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2110-FE002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2110-SN002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2110-CR002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2120-CV002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2120-CV003-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-FE001-CO1	1	0	0	0	0	⋮

	2210-SN001-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-CR001-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-FE002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-SN002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-CR002-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-FE003-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-SN003-CO1	1	1	1	1	1	⋮
	2210-CR003-CO1	1	1	1	1	1	⋮
Momento en el que cambia el estado de algún equipo	Tiempo al cambio de estado	0	7,999994	8,000271	8,000271388	8,000271398	⋮
Duración del estado	Duración estado	7,999994	0,000278	1E-08	1E-08	#VALUE!	⋮
Capacidad máxima del Subsistema 1	Capacidad subsistema 1	0,66	0,66	-	-	-	⋮

Capacidad máxima del Subsistema 2	Capacidad subsistema 2	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	⋮
Capacidad Máxima del subsistema 3 (fraccionado)	Capacidad subsistema 3	1,31	1,31	0,66	0,66	0,66	⋮
Capacidad máxima del Subsistema 4	Capacidad subsistema 4	0,37	-	-	-	-	⋮
Capacidad máxima del Subsistema 5	Capacidad subsistema 5	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	⋮
Capacidad máxima del Subsistema 6	Capacidad subsistema 6	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	⋮
Capacidad Máxima del subsistema 7 (fraccionado)	Capacidad subsistema 7	1,11	0,74	0,74	0,74	0,74	⋮

El sistema esta indisponible solo si no se puede producir nada	Disponibilidad productiva sistema	1,00	0,74	0,66	0,66	0,66	⋮
Disponibilidad productiva del subsistema 3 (fraccionado) donde el sistema esta indisponible solo si no puede producir nada	Disponibilidad Productiva sistema fraccionado	1	1	0,657	0,657	0,657	⋮
Disponibilidad productiva del subsistema 7 (fraccionado) donde el sistema esta indisponible solo si no puede producir nada	Disponibilidad Productiva sistema fraccionado	1	0,74	0,74	0,74	0,74	⋮

1- Disponibilidad del sistema en el estado analizado	Indisponibilidad productiva del sistema	-	0,26	0,34	0,34	0,34	⋮
Indisponibilidad del sistema para el estado de este por la duración de dicho estado. Esto es equivalente a que el sistema hubiese estado durante este tiempo sin producir.	Tiempo indisponible equivalente	-	0,000072	0,000000	0,000000	#VALUE!	⋮