



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA INDUSTRIAL OEE EN LA
PLANTA FORSAC CHILE**

para optar al título de Ingeniero Civil Industrial

Anyelo Ademar Fernández Morales

Forsac Chile

Nombre Supervisor Empresa: **Fernando Tagle C.** Nombre Profesor Evaluador 1: **Manuel Cepeda J.** Nombre Profesor Evaluador 2: **Oscar Cornejo Z.**

Nota Informe escrito:

Resumen

Forsac Chile en su constante búsqueda de mejorar sus procesos productivos, se vio en la necesidad de buscar un indicador que englobara y a la vez evaluará todos los parámetros catalogados como claves dentro del proceso industrial. Para ello se implementó un indicador que mide todos estos parámetros claves de rendimiento, como lo son la disponibilidad, el desempeño y la calidad. Este indicador corresponde al OEE, "Overall Equipment Effectiveness" o "Eficiencia General de los Equipos", el cual es un indicador que mide la capacidad de una máquina para realizar una operación cumpliendo con los estándares de calidad, con la frecuencia deseada y sin interrupciones, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua industrial. Su cálculo proviene del producto de tres ponderadores, estos son: Disponibilidad * Desempeño * Calidad, cuyo cálculo medido en porcentaje nos arrojará que tan eficiente ha resultado la máquina, línea de producción o planta (caso ideal: OEE= 100%). Una vez ya efectuado y estandarizado el cálculo, se procedió a crear un sistema automatizado de información para el cálculo de este indicador (mediante macros en Excel), puesto que el cálculo se debe realizar para cada uno de los aproximadamente 600 lotes de productos que se efectúan por mes, por lo que ese tiempo que hubiera requerido "calcularlo" se podrá consumir en "mejorarlo". Además de forma complementaria, se aplicó el software Power BI, el cual es un potente programa para el análisis de datos empresariales mediante la elaboración de paneles y gráficos, en los cuales se incorporó los resultados y reportes de la OEE para su visualización en diversas plataformas que trae disponibles, ya sea versión escritorio, web o su aplicación para celulares.

Evaluación Intermedia de Práctica Profesional Tutelada

Datos de la Empresa/Organización

Nombre o Razón Social	Forsac Chile
Dirección	Longitudinal Norte, Km 3 S/N, Chillán
Giro	Fabricación de Sacos y Productos de Papel
Nombre Supervisor de Práctica	Fernando Tagle C.
Cargo	Subgerente de Producción
Profesión	Ingeniero Civil Industrial
Fecha de la Evaluación	22/09/2017

Datos del Estudiante

Nombre Completo	Anyelo Ademar Fernández Morales
Rut	17.530.986-1
Teléfono de contacto	981978308
Correo electrónico	afernandez@ing.ucsc.cl

Marque con una X la calificación correspondiente a cada ítem

Si, debido a las actividades asignadas al estudiante, alguno de estos aspectos no pudo ser observado durante el periodo de práctica profesional tutelada, favor evaluar dicho ítem como "No observado".

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente	No Observado
Aporte Personal y Motivación		X				
Asistencia y puntualidad	X					
Responsabilidad		X				
Adaptabilidad	X					
Iniciativa		X				

Actitud para trabajar en equipo	X					
Relaciones Humanas	X					

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente	No Observado
Dominio de temas técnicos		X				
Capacidad para concebir soluciones		X				
Capacidad de respuesta ante requerimientos específicos.	X					
Capacidad de análisis y sentido común a la hora de resolver un problema.		X				
Claridad en la exposición de sus opiniones, ideas y argumentos			X			

Por favor incluya brevemente comentarios que permita mejorar el desempeño del estudiante en el periodo que resta de la práctica.

Ir reportando más periódicamente, los avances que va haciendo, tanto a mí como a las otras personas involucradas en los proyectos en que está participando.



Nombre y Firma del Supervisor

Timbre de la Empresa

Esta pauta debe ser completada y firmada por el supervisor directo del alumno en práctica y entregada al Coordinador de Prácticas de la Carrera.

Evaluación Final de Práctica Profesional Tutelada

Datos de la Empresa/Organización

Nombre o Razón Social	Forsac Chile
Dirección	Longitudinal Norte, Km 3 S/N, Chillán
Giro	Fabricación de Sacos y Productos de Papel
Nombre Supervisor de Práctica	Fernando Tagle C.
Cargo	Subgerente de Producción
Profesión	Ingeniero Civil Industrial
Fecha de la Evaluación	21/11/2017

Datos del Estudiante

Nombre Completo	Anyelo Ademar Fernández Morales
Rut	17.530.986-1

Teléfono de contacto	981978308
Correo electrónico	afernandez@ing.ucsc.cl

La Carrera cree firmemente en el trabajo conjunto con el medio externo, para formar profesionales actualizados en la disciplina, capaces de destacar por sus sólidos conocimientos, habilidades interpersonales y por el sello identitario otorgado la UCSC.

La información entregada por usted es utilizada como retroalimentación para validar y/o actualizar el perfil de egreso, así como para mejorar el quehacer académico de nuestra Carrera.

Marque con una X la calificación correspondiente a cada ítem

Si, debido a las actividades asignadas al estudiante, alguno de estos aspectos no pudo ser observado durante el periodo de práctica profesional tutelada, favor evaluar dicho ítem como "No observado".

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente	No Observado
Aporte Personal y Motivación	X					
Asistencia y puntualidad		X				
Responsabilidad		X				
Adaptabilidad	X					
Iniciativa	X					
Actitud para trabajar en equipo	X					
Relaciones Humanas	X					

Dominio de temas técnicos		X				
Capacidad para concebir soluciones	X					
Capacidad de diseñar	X					
Capacidad para implementar	X					
Capacidad para operar sistemas		X				
Capacidad de respuesta ante trabajo bajo presión	X					
Capacidad de cumplir satisfactoriamente, en términos de plazo y calidad, con los trabajos asignados.	X					
Capacidad de análisis y sentido común a la hora de resolver un problema.		X				
Claridad en la exposición de sus opiniones, ideas y argumentos		X				

Las preguntas siguientes no tienen puntaje asignado y por ende no influyen en la calificación final de alumno; sin embargo, para la carrera de Ingeniería Civil Industrial es importante que el supervisor las contesten honestamente con el fin de conocer si nuestros alumnos están respondiendo a las necesidades de la empresa; y en el caso contrario poder tomar las medidas correctivas para que ello ocurra.

<p>Si le hiciera falta personal, ¿contrataría al estudiante que ha tenido en práctica?</p>	<p>SI</p>	<p>Po que hizo un muy buen trabajo, se adaptó bien a la empresa y tuvo mucha motivación y motor propio para emprender los desafíos asignados así como otros que por tiempo pudo hacer.</p>
<p>¿Volvería a tener un estudiante en práctica de la UCSC?</p>	<p>SI</p>	<p>Por la buena formación técnica demostrada por el practicante y la buena formación profesional: Puntualidad, entregar los temas en plazo, buena calidad del proyecto, capacidad para preguntar y pedir ayuda.</p>

Por favor incluya brevemente comentarios generales (positivos y/o negativos) sobre las actividades realizadas, el desempeño en el trabajo y su apreciación personal respecto al alumno en práctica profesional tutelada.

Fue una importante ayuda en proveernos de mejores herramientas para el análisis diario de datos y reporte de la producción. Para ello, fue capaz de usar herramientas simples pero útiles para automatizar los reportes, a la vez que fue capaz de entender muy bien la operación y así entregar información valiosa.

Su desempeño fue muy bueno, sobre todo pensando en el poco tiempo que estuvo, logrando aprender de manera rápida los detalles de nuestra operación.

Además, se pudo integrar muy bien al equipo, trabajar con sus pares sin dificultad y ser un muy buen aporte a la organización.


 Fernando Tagle C.
 Subgerente de Producción
 FORSAC - CHILE

Nombre y Firma del Supervisor

Timbre de la Empresa

Esta pauta debe ser completada y firmada por el supervisor directo del alumno en práctica y entregada al Coordinador de Prácticas de la Carrera.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos	IX
Índice de Tablas.....	X
Índice de Figuras	XI
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1. Introducción.	1
1.2. Descripción de la empresa.....	2
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4 Área de desarrollo de práctica.....	4
1.5. Objetivos.	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
Capítulo 2. Antecedentes Generales.	5
Capítulo 3. Descripción detallada de las actividades realizadas.	7
3.1. Implementación de la OEE.....	7
3.1.1 Concepto de OEE.....	7
3.1.2 Calculo de la OEE.	8
3.1.2.1. Fuentes de información ocupadas.	8
3.1.2.2. Disponibilidad.....	11
3.1.2.3. Desempeño.....	17
3.1.2.4. Calidad.....	29
3.2. Sistema de Información Automatizado para el cálculo de la OEE.....	32
3.3. Implementación del software Power BI.....	33
Capítulo 4: Resultados y Reflexión.....	34
4.1. Resultados Obtenidos.....	34
4.2. Reflexión.	36
Capítulo 5: Conclusiones.	37
5.1. Conclusiones.....	37
Referencias.	38
Anexos.	39

Índice de Tablas

Tabla 3.1. Datos Ocupados Notificación de Producción, Piso Planta.....	9
Tabla 3.2. Comparación componentes de cálculo del Tiempo Disponible.....	13
Tabla 3.3. Filtro tabla “Notificación de Producción”, Horas de producción.....	13
Tabla 3.4. Filtro tabla “Tiempo Detenciones”, Tiempo Real.....	14
Tabla 3.5. Tipos de detenciones por factores externos a la planta.....	15
Tabla 3.6. Cálculo del Tiempo Total por mes, ejemplo mes de Mayo.....	16
Tabla 3.7. Comparación componentes de cálculo de la Producción Total.....	19
Tabla 3.8. Filtro tabla “Notificación de Producción”, Cantidad Fabricada.....	19
Tabla 3.9. Filtro tabla “Tiempo Detenciones”, Tiempo Real.....	22
Tabla 3.10. Criterios Fonderas.....	26
Tabla 3.11. Criterios Tuberías.....	27
Tabla 3.11. Indicador OEE por Máquina para mes de Mayo.....	35

Índice de Figuras

Figura 2.1. Rollo de papel Kraft utilizado.....	2
Figura 2.2. Imagen producto “Saco”.....	2
Figura 2.3. Imagen producto “Saquito”.....	3
Figura 2.4. Imagen producto “Caño”.....	3
Figura 3.1. Ecuación de cálculo del indicador OEE	7
Figura 3.2. Ecuación para el ponderador Disponibilidad	12
Figura 3.3. Ecuación para el ponderador Desempeño.....	18
Figura 3.4. Outputs e Inputs de una Línea de una producción.....	21
Figura 3.5. Ecuación para el ponderador Calidad.....	30
Figura 3.6. Botón asociado al ingreso de datos mediante macros.....	33
Figura 3.7. Diseño del Software Power BI.....	34

Capítulo 1. Introducción.

1.1. Introducción.

El siguiente informe tiene como finalidad describir el proyecto realizado en la empresa Forsac Chile, el cual nace por la necesidad que tenía la empresa de conocer y medir con más precisión el estado actual de sus máquinas en cuanto a la eficiencia en su proceso productivo, puesto que, aunque se tenía conocimiento de que existían cuellos de botella durante su proceso, se desconocía en que línea, máquina o tipo de producto sucedía, ni menos el motivo o razones por las cuales eran causados. Para ello utilicé la herramienta de ingeniería industrial OEE (Overall Equipment Effectiveness, por sus siglas en inglés), referida a la efectividad global de los equipos. Esta herramienta es un importante indicador para cualquier empresa y que puede determinar decisiones de gran impacto y que pueden guiar el desarrollo del proceso productivo dentro de la misma, puesto que mide los parámetros fundamentales de la producción industrial como es la disponibilidad, el desempeño y la calidad a través de un indicador que transforma los datos de un proceso complejo en información visualmente sencilla y eficiente a la vez. En el proceso de desarrollo de los capítulos posteriores describiré la forma de cálculo que utilicé en la elaboración de cada uno de los parámetros que conforman el cálculo de la OEE, ya sea disponibilidad, desempeño y calidad, y además describiré el sistema de información implementado para que el cálculo de este indicador se realice de la forma más automatizada posible, junto con la elaboración de los reportes asociados a este cálculo.

1.2. Descripción de la empresa.

Forsac Chile S.A., es una empresa perteneciente al grupo de empresas de CMPC S.A., que produce y comercializa sacos multipliego de papel a partir de papel Sack Kraft. Su planta industrial está ubicada en la ciudad de Chillán, con dirección Longitudinal Norte a la altura del Km 3. Esta empresa también opera a través de filiales en Argentina, México y Perú, los cuales en conjunto abastecen los mercados de Chile, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México, USA, Perú y Uruguay, para ofrecer envases adecuados a las necesidades específicas de cada mercado, con una estructura de costos competitiva y una red de logística capaz de asegurar la entrega en el tiempo y cantidad comprometidos.

Forsac Chile dentro de su línea de producción posee 3 tipos de productos que fabrica en su planta: sacos multipliego, saquitos y caños, los cuales son producidos en áreas diferentes e independientes. En el caso del proyecto realizado, éste se focalizó en el área en donde se producen sacos multipliego, es decir el área Multi Work (MW), ver **Anexo 1**: Layout de la planta.

Figura 2.1: Rollo de papel Kraft utilizado. **Figura 2.2:** Imagen producto “Saco”.



Figura 2.3: Imagen producto “Saquito”. **Figura 2.4:** Imagen producto “Caño”.



1.3. Definición del Problema.

Forsac Chile actualmente cuenta con un programa 5S y TPM (Mantenimiento Productivo Total), asociados a cada una de sus máquinas productivas en sus distintas áreas de producción, ya sea área de Saquitos, área de MW, área de Caños y del área de Impresoras. El método 5S, que corresponde al desarrollo de una serie de actividades para crear condiciones de trabajo adecuadas y que se realicen de forma organizada, ordenada y limpia, es el primer programa que se aplica a las máquinas, sí la máquina pasa las 5 etapas de éste (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina) entonces pasa a estar en etapa TPM que consiste en un método de gestión centrado en la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con paros, calidad y costes en el proceso de producción.

Hasta el momento el proceso de cambio de etapa, dentro del programa 5S o al pasar de la etapa 5S a TPM, en algunas máquinas está siendo demasiado lento y en algunas de éstas su proceso de cambio de etapa (mediante consultorías) está durando más de un año en ejecutarse, mucho más de lo presupuestado. Una de las causas que han detectado es la falta de información más detallada acerca de su proceso productivo, puesto que si bien actualmente poseen indicadores como

la Productividad (Cantidad de sacos producidos por turno), Recorte (% de producto defectuoso del total producido) y Pequeñas Paradas (paradas con un lapso de tiempo de entre 2 a 10 min), estos no identifican la causa raíz del problema, sólo ponen un plano general de lo que está sucediendo con las máquinas.

Esta condición actual ha llevado a que la gerencia en su intención de abordar este problema, se vea en la necesidad de crear algún indicador que pueda englobar estos indicadores y que a su vez se pueda visualizar el detalle del por qué está fallando el proceso de alguna máquina o detectar alguna falencia durante su proceso productivo y que en consecuencia ayude a aumentar la competitividad de la empresa.

1.4 Área de desarrollo de práctica.

El área en específico donde realicé mi práctica fue el área de Operaciones, esta área está encargada de todos los temas relacionados con el proceso productivo dentro de la misma (máquinas, distribución de operarios, jefes de turno, planificación, programación, mantención, elaboración y análisis de reportes productivos, etc.), por lo que la implementación del proyecto realizado tendrá un impacto directo en esta área y en especial al programa TPM.

La implementación del proyecto desarrollado se focalizo en el área de MW, área en donde se fabrican sacos de papel kraft, ver **Anexo 1**: Layout de la planta, por lo que las máquinas sujetas a estudio fueron las correspondientes a esta área, estas son: Máquinas “Tuberas” (total 5 máquinas), éstas se encargan de pegar los extremos laterales del papel y darle la forma de “Tubo” al saco, así como también

aplicarle los cortes de incisión en sus extremos, además poseen su propia impresora para aplicarle algún estampado al saco, sí el estampado requiere muchos detalles para su elaboración, éste se debe realizar en las máquinas Impresoras que están en otra sección de la planta. El otro tipo de máquina en esta área son las máquinas “Fonderas” (total 5 máquinas), éstas se encarga de darle forma al “Fondo” del saco. Por lo que estos dos tipos de máquinas (Tubera y Fondera), en conjunto conforman las 5 líneas de producción del área MW, pero para su análisis se trabajarán individualmente para las 10 máquinas.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

- Desarrollar e implementar una metodología de referencia para llevar a cabo la medición del indicador OEE en la planta Forsac Chile.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Medir y obtener el índice OEE global (planta) y para cada una de las máquinas del área de Multi Work (MW).
- Elaborar un Sistema de información automatizado para que el cálculo del indicador OEE se realice de forma rápida y sencilla a la vez.
- Implementar un programa computacional, que permita mediante reportes mantener un seguimiento actualizado de este indicador.

Capítulo 2. Antecedentes Generales.

Según Peter Belohlavek, en su texto “OEE (Overall Equipment Effectiveness) su abordaje Unicista”, sostiene que la visión actual de los negocios considera que el

objetivo principal de las empresas es generar valor, esto será posible en la medida en que las estrategias corporativas favorezcan las mejoras en los procesos y productos que son necesarias para que la empresa sea rentable. Otros autores como Lluís Cuatrecasas y Francesca Torrell en su texto “TPM en un entorno Lean Management”, hacen énfasis en los indicadores de producción y como éstos resultan claves a la hora de detectar cuáles son los puntos más débiles en esos procesos y así poder mejorarlos, puesto que “sólo lo que se mide se puede gestionar y mejorar”.

Steven Ott y Jones Karen en su texto “OEE for Operators”, sostienen que la OEE es una de las mejores maneras de monitorizar y mejorar los procesos industriales (como por ejemplo máquinas, células de fabricación o líneas de montaje). La OEE es simple y práctico, toma las más comunes e importantes fuentes de pérdidas de la productividad industrial y las coloca en diferentes categorías. Además agregan, que uno de los mayores objetivos de TPM y programas OEE es reducir o eliminar las que son llamadas las seis grandes pérdidas (las más comunes causas de pérdidas de eficiencia en fabricación). En el **Anexo 2: 6 grandes pérdidas de eficiencia**, se muestran las seis grandes pérdidas y cómo se relacionan con la OEE.

Capítulo 3. Descripción detallada de las actividades realizadas.

3.1. Implementación de la OEE.

3.1.1 Concepto de OEE.

El indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness), en español Eficiencia General de los Equipos, es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de un equipo, máquina, línea de producción o de toda una planta productiva, este engloba todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el desempeño y la calidad. La ventaja de medir en un solo Ratio el porcentaje de efectividad de las máquinas, es que se puede determinar rápidamente si lo que está afectando a la eficiencia del equipo proviene por una falta de disponibilidad, ya sea porque la máquina estuvo cierto tiempo parada; por falta de desempeño, la máquina estuvo trabajando por debajo de su capacidad total; o por falta de calidad, la máquina ha estado produciendo unidades defectuosas.

A continuación, en la **Figura 3.1**, se puede observar la forma de cálculo de la OEE, la cual proviene de la multiplicación de las tres razones porcentuales, Disponibilidad, Desempeño y Calidad:

Figura 3.1. Ecuación de cálculo del indicador OEE.

El diagrama muestra la ecuación de cálculo del OEE. A la izquierda, un recuadro negro con el texto 'OEE' en blanco. A su derecha, un signo de igualdad '='. Luego, tres recuadros naranjas con los textos 'Disponibilidad', 'Desempeño' y 'Calidad' respectivamente, separados por signos de multiplicación 'x'.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}$$

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Libro Steven y Jones “OEE for Operators”.

En el **Anexo 3**: Clasificación de la OEE, se describe en términos generales la clasificación del indicador OEE según el nivel de excelencia que ocupa, de la cual se pueden comparar máquinas, líneas de producción o plantas productivas con respecto a las mejores de su clase. Esta tabla luego nos va a permitir evaluar en que rango se encuentra la planta y de esta forma ayudar a la gerencia en el proceso de establecer objetivos o metas de mejora al corto o mediano plazo que ayuden a que el OEE sea continuamente mejorado en el tiempo.

3.1.2 Calculo de la OEE.

3.1.2.1. Fuentes de información ocupadas.

Antes de comenzar a describir y desarrollar cada uno de los parámetros que componen el OEE, especificaré y detallaré las fuentes de información que fueron necesarias para poder calcularlos correctamente:

a) Sistema Piso Planta: Corresponde a un software computacional integrado a cada máquina de producción, el cual le permite al operario visualizar el programa de producción para su turno correspondiente y consultar el estado de las órdenes de producción. Este sistema además va registrando todos los datos asociados a la producción ya sea la fecha, hora de inicio y termino de fabricación, la cantidad fabricada, horas de fabricación, turno, nombre del operario, nombre de máquina, producto fabricado, entre otros. Además la empresa ofrece un sistema intranet en el cual se puede filtrar y descargar esta información mediante una planilla de Excel para la fecha que se estime conveniente, ya sea por día, semana, mes, etc. Estas planillas son denominadas: “Notificaciones de Producción”. En el **Anexo 4**: Planilla

de Excel Notificaciones de Producción, Piso Planta, se puede visualizar todos los ítems entregados por esta planilla.

En la siguiente tabla, **Tabla 3.1**, se presenta los ítems o datos que se ocuparon de esta planilla y que son necesarios para calcular el indicador OEE y sus correspondientes parámetros:

Tabla 3.1. Datos ocupados de la planilla Notificación de Producción:

Código de Máquina	Número de OF	Código de Material	Texto Breve	Horas de Fabricación	Cantidad Fabricada Notificada
Necesarios para describir detalladamente el producto, al cual se está calculando su OEE.				Necesario para el cálculo de la Disponibilidad.	Necesario para el cálculo del Desempeño y Calidad.

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Notificación de Producción, Piso Planta.

Descripción de cada ítem:

Código Máquina: Corresponde al número asignado a cada una de las 10 máquinas que forman parte del área MW de la planta. Se escogió este parámetro en vez del “Nombre de la Máquina”, puesto que éste posee una mejor visualización y fácil comprensión de que máquina se trata.

Número de OF: Corresponde al número asignado para representar la Orden de Fabricación (OF) o “Lote” del pedido solicitado por el cliente. Por cada solicitud de pedido de fabricación de un producto se debe emitir una orden de fabricación correspondiente.

Código de Material: También denominado PR, corresponde al código o número asignado a cada producto (Ej: PR10566-4). El dígito luego del guion identifica la versión del producto, por ejemplo un producto con PR: “PR10566-0”, quiere decir que este producto se encuentra en su primera versión, o sea es un producto

nuevo; en cambio para un PR: “PR10566-3”, el producto ha cambiado su versión 3 veces y así sucesivamente. Este cambio de formato se da cuando el cliente solicita, para un producto, una pequeña modificación en el diseño o características de éste.

***Nota:** Cabe señalar que una OF “siempre” tendrá sólo un PR asignado, no así al revés, es decir un PR puede estar en distintas OF. Esto se da, puesto que el cliente puede solicitar la fabricación para un mismo producto en distintas fechas, por lo que en cada fecha se debe emitir una OF diferente, no así para el caso del producto, que seguirá siendo el mismo.

Texto Breve: Corresponde al nombre del producto. Este nombre generalmente se mantiene para todas las versiones del producto, puesto que el cambio de versiones son pequeñas modificaciones que se realizan a éste, pero en algunos casos puede variar para especificar un cambio notorio.

Horas de Fabricación: Corresponde al tiempo, medido en horas, que se requirió para fabricar un producto en específico, es decir la diferencia entre la hora de inicio y finalización de la fabricación.

Cantidad Fabricada Notificada: Corresponde a la cantidad de unidades del producto que fueron fabricadas durante el periodo de tiempo en que la máquina estuvo trabajando para ese producto en particular.

b) Sistema SAP: “System, Applications, Products in Data Processing”. Es un software computacional integrado en la empresa. Este software está conectado con el Sistema Piso Planta, sin embargo de él no se pueden generar ni descargar

las planillas “Notificación de Producción” como si se puede mediante la intranet de la empresa. Éstas sólo se pueden visualizar en pantalla, sin embargo de acá se puede obtener otro dato importante, el tiempo de detenciones por producto, este dato es necesario para calcular la Disponibilidad, específicamente para calcular el Tiempo Disponible. Este tiempo de Detenciones se obtiene mediante una transacción, que corresponde a un programa que se encarga de cumplir una tarea en particular dentro del sistema SAP, en este caso entrega los minutos de detenciones por Orden de Fabricación para un mes en particular, esta información se puede obtener y descargar en formato Excel. En el **Anexo 5: Tiempo de Detenciones, SAP**, se puede visualizar la planilla de Excel que se obtiene al generar la transacción descrita anteriormente, en ella se tienen todos los datos correspondientes, ya sea el número de orden de fabricación, la fecha, hora del inicio y termino de la detención, la descripción de la detención (si fue por: set up, aseo, colación, atascamiento, etc.), entre otros.

A continuación procederé a describir como se compone cada ponderador, así como también la forma de cálculo y fuentes de información que utilicé para poder desarrollarlos.

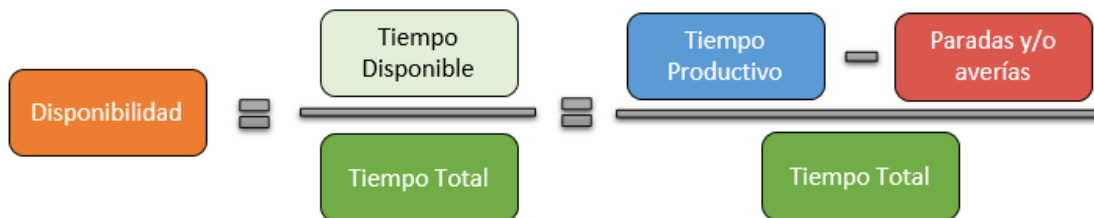
3.1.2.2. Disponibilidad.

La Disponibilidad corresponde el cuociente entre el tiempo en el que la máquina ha estado produciendo (Tiempo Disponible) v/s el tiempo total que “podría” haber estado produciendo (Tiempo Total). Es decir al tiempo efectivo de fabricación, que es el tiempo productivo, se descuentan todas las paradas, ya sea por averías en la máquina, cambios de formato en el producto, falta de insumos, falta de personal,

arranque de máquina, etc. y obtenemos el Tiempo Disponible. En el caso del Tiempo Total, este considera todo el tiempo en el que la máquina se planeó que estuviera produciendo, es decir por ejemplo, si tenemos un turno de 8 hrs, entonces nuestro Tiempo Total para este turno serán 8 hrs, si lo llevamos a los 3 turnos que tiene el día será 24 hrs y así sucesivamente.

A continuación, en la **Figura 3.2**, se puede observar la forma de cálculo del ponderador Disponibilidad, en el cual se tiene la razón entre el Tiempo Disponible y el Tiempo Total:

Figura 3.2. Ecuación para el ponderador Disponibilidad.



Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Libro Steven y Jones “OEE for Operators”.

A continuación describiré la forma de cálculo que utilice para desarrollar cada uno de los parámetros que conforman la Disponibilidad:

Componente 1 de la Disponibilidad: Tiempo Disponible.

El Tiempo disponible, como se observa en la **Figura 3.2**, resulta de la resta entre el Tiempo Productivo menos las Paradas y/o averías. Para obtener el Tiempo Productivo, ocupé el dato entregado por las “Notificaciones de producción”, mientras que para el caso de las Paradas y/o averías, se obtuvieron mediante la planilla: “Tiempo de Detenciones”. A continuación en la **Tabla 3.2**, se puede

visualizar la comparación entre cada componente que conforma el cálculo del Tiempo Disponible y la fuente de información de donde se obtuvo:

Tabla 3.2. Comparación componentes de cálculo del Tiempo Disponible y la fuente de información de donde se obtuvo:

	Componente	
	Tiempo Productivo	Paradas y/o averías
Ítem utilizado	Horas de Fabricación	Horas de Detenciones
Fuente de información	Notificaciones de Producción (Piso Planta)	Tiempo de Detenciones (Sistema SAP)

Fuente: Elaboración propia.

a) Tiempo Productivo:

Las Horas de Fabricación las obtuve de las “Notificaciones de Producción” de Piso Planta, esta información se obtiene filtrando la tabla por Máquina y por Orden de Fabricación, obteniendo las horas de fabricación del producto asociado para un lote dado (OF), tal como se muestra en la siguiente tabla, **Tabla 3.3**, en donde se filtró, a modo de ejemplo, una Orden de Fabricación (OF: 15080682) para la máquina Tubera 214 en el mes de Mayo:

Tabla 3.3. Filtro tabla “Notificación de Producción”, horas de producción.

Fecha Inicio Fabricación	Fecha Termino Fabricación	Hrs de Fabric.	Máquina	Numero OF	Cód. Material	Nombre Producto
29/05/2017 7:52	29/05/2017 10:54	3,03	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.
29/05/2017 0:06	29/05/2017 7:51	7,75	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.
27/05/2017 20:53	27/05/2017 23:01	2,13	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Planilla Notificación de Producción, Mayo.

Luego, para obtener las horas de fabricación para esta Orden de Fabricación en particular con su lote del producto asociado, basta sumar todas las Horas de Fabricación correspondientes para este día en específico, obteniendo:

$3,03 + 7,75 + 2,13 = 12,91$ hrs, o su equivalente en minutos:

$12,91 * 60 = 775$ minutos de fabricación lo que nos da el **Tiempo Productivo**.

b) Paradas y/o averías:

Luego para obtener el tiempo en Paradas y/o averías, debí consultar la planilla “Tiempo de Detenciones”, obtenida mediante la transacción correspondiente en el Sistema SAP, acá el dato que necesite fue el tiempo real en el que la máquina estuvo detenida para una Orden de Fabricación en particular. Este tiempo de detención es capturado por la propia máquina en donde el operario le debe asociar una descripción a esta detención las cuales están predeterminadas en el sistema del computador de la máquina. Las detenciones preestablecidas por el sistema se pueden visualizar en el **Anexo 6: Detenciones predeterminadas por el sistema**.

Desde esta planilla “Tiempo de Detenciones”, es que podemos obtener el tiempo de detención, tal como se muestra en la siguiente tabla, **Tabla 3.4**, en donde se filtró por máquina, en este caso máquina 214 y por Número de Orden de Fabricación (OF= 1508062), obteniendo el Tiempo real de detención.

Tabla 3.4. Filtro tabla “Tiempo Detenciones”, Tiempo Real.

Turno	Psto Trabajo	Nro. Orden	Hra Inicio	Hra Terminó	Tiempo Real	Descripción	Nombre Operario
3	214	15080682	20:53:00	23:00:00	127	SETUP	MARIO ROBLES

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Planilla “Tiempo de Detenciones”, Mayo.

Luego para este caso el tiempo de detención fue de **127 minutos**, es decir el tiempo de tención por **Paradas y/o averías**. Acá se tiene sólo un tipo de detención, por Set Up, pero pueden ser varios tipos de detención, en ese caso bastaría con sumar el Tiempo Real de detención de cada tipo y nos daría el total de tiempo de detención, para esta OF y Máquina en particular.

Ahora como ya tengo el Tiempo Productivo = 775 minutos y el tiempo de detenciones por Paradas y/o Averías = 127 minutos, para esta OF (Nro: 15080682), entonces ya puedo obtener el Tiempo Disponible que será:

Tiempo Disponible = Tiempo Productivo – Paradas y/o averías

Tiempo Disponible = 775 min – 127 min = 648 minutos

Este es el tiempo en que efectivamente la máquina estuvo fabricando el producto asignado a esta OF en particular.

Componente 2 de la Disponibilidad: Tiempo Total.

Este tiempo corresponde al total disponible definido durante el mes, es decir al tiempo calendario se le resta todo el tiempo de detenciones por factores externos a la planta, estos tiempos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Tipos de detenciones por factores externos a la planta:

Tipo de detención externo a la planta
Detenciones normativas, ya sea por régimen de turno, temas ambientales o huelga interna.
Caídas de servicio por factores externos a la planta (eléctrico, agua, etc.)
Tiempos asociados a proyectos de inversión.
Detenciones por desastre natural.

Fuente: Elaboración propia, **Dato:** Libro “TPM en un entorno Lean Management”.

Luego para el Tiempo Total, tomé el tiempo total del mes y le reste el tiempo asociado a domingos y/o feriados legales, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.6. Cálculo del Tiempo Total por mes, ejemplo mes de Mayo.

MES MAYO	
Cantidad de Días	31
Cantidad de días Festivos	5
Cantidad de Minutos por día (24 hrs* 60 min)	1.440
Tiempo Total al mes (26 días * 1.440 min)	37.440

Fuente: Elaboración propia.

Este **Tiempo Total = 37.440 min**, está afectado sólo por los días festivos con respecto al total del mes (Tiempo Calendario = 31 días * 1.440 min = 44.640 min), puesto que durante este mes de Mayo, no hubo ningún tiempo de detención asociado a algún tipo que sea externo a la planta, como los que se muestran en el **Tabla 3.5.**

Luego para calcular el **Tiempo Total para una OF** en particular, hice un supuesto, dado que no tengo el Tiempo Total disponible para cada OF en particular durante el mes, el supuesto corresponderá a que el Tiempo Total de una OF será el Tiempo Productivo del producto asociado, es decir continuando con el cálculo anterior con la OF (15080682) tendremos que:

Tiempo Total = Tiempo Productivo = 775 minutos.

***Nota:** Para cada OF el Tiempo Total se calculará bajo este supuesto, sin embargo para el cálculo de la Disponibilidad mensual, se tomará como el Tiempo Total el definido en la **Tabla 3.6.**

Luego como ya tenemos todas las componentes asociadas al cálculo de la Disponibilidad, basta calcularla:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo Disponible}}{\textit{Tiempo Total}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo Productivo} - \textit{Paradas o averías}}{\textit{Tiempo Total}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{775 \textit{ min} - 127 \textit{ min}}{775 \textit{ min}} = \frac{648 \textit{ min}}{775 \textit{ min}} = 84 \%$$

Por lo tanto obtenemos una Disponibilidad del 84% para esta OF (15080682) asociado al producto con PR (PR814-2), en la máquina Tubera 214.

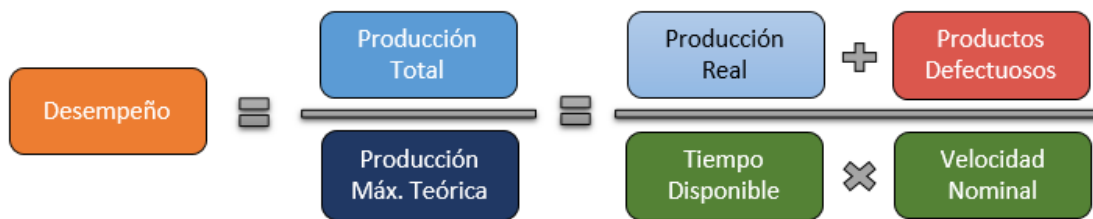
3.1.2.3. Desempeño.

El Desempeño corresponde el cociente entre la producción total de unidades que la máquina realmente ha producido (Producción Total) v/s la producción que podría haber estado produciendo en régimen estable durante el tiempo disponible (Producción Máxima Teórica). Es decir, a la producción real y notificada, se le debe sumar el producto defectuoso. A este producto defectuoso se le denomina “Recorte”, que corresponde a los sacos que poseen alguna falla, ya sea en su estampado, error en sus dimensiones, corte inadecuado, etc. o productos de prueba como se da en el arranque de la máquina y que el operario al observarlo lo debe sacar de la línea de producción y dejarlo en el área de recortes. Es de esta forma que obtenemos la Producción Total que ha realizado la máquina, sumando la Producción Real más el Recorte.

En el caso de la Producción Máxima Teórica, esta considera la producción que podría haber producido la máquina durante el tiempo que estuvo disponible a la Velocidad Nominal para la cual está diseñada.

A continuación, en la **Figura 3.3**, se puede observar la forma de cálculo del ponderador Desempeño, en el cual se tiene la razón entre la Producción Total y la Producción Máxima Teórica:

Figura 3.3. Ecuación para el ponderador Desempeño.



Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Libro Steven y Jones “OEE for Operators”.

A continuación describiré la forma de cálculo que utilicé para desarrollar cada uno de los parámetros que conforman el Desempeño:

Componente 1 del Desempeño: Producción Total.

La Producción Total, como se observa en la **Figura 3.3**, resulta de la suma entre la Producción Real más el Recorte. Para obtener la Producción Total, ocupé el dato entregado por las “Notificaciones de producción”, mientras que para el caso del Recorte, la obtuve mediante la planilla: “Análisis de Recorte” entregadas tras el cierre de mes. A continuación en la **Tabla 3.7**, se puede visualizar la comparación entre cada componente que conforma el cálculo de la Producción Total y la fuente de información de donde se obtuvo:

Tabla 3.7. Comparación componentes de cálculo de la Producción Total y la fuente de información de donde se obtuvo:

	Componente	
	Producción Real	Recorte
Ítem utilizado	Cantidad Fabricada	Recorte Real
Fuente de información	Notificaciones de Producción (Piso Planta)	Análisis de Recorte de cierre de mes

Fuente: Elaboración propia

a) Producción Real.

La Cantidad Fabricada la obtuve de las “Notificaciones de Producción” de Piso Planta, esta información se obtiene filtrando la tabla por Máquina y por Orden de Fabricación, obteniendo la Cantidad Fabrica del producto asociado, tal como se muestra en la siguiente tabla, **Tabla 3.8**, en donde se filtró, a modo de ejemplo, una Orden de Fabricación (OF) para la máquina Tubera 214 para el mes de Mayo, esta OF es la misma que se utilizó a modo de ejemplo para el cálculo de la Disponibilidad:

Tabla 3.8: Filtro tabla “Notificación de Producción”, Cantidad Fabricada.

Fecha Inicio Fabricación	Fecha Termino Fabricación	Cantidad Fabricada	Máq.	Numero OF	Código Material	Nombre Producto
29/05/2017 7:52	29/05/2017 10:54	7.607	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.
29/05/2017 0:06	29/05/2017 7:51	9.056	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.
27/05/2017 20:53	27/05/2017 23:01	2	214	15080682	PR814-2	AZUFRE 25KG.

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Planilla Notificación de Producción, Mayo.

Luego, para obtener la Cantidad Fabricada total para esta Orden de Fabricación en particular, basta sumar todas las cantidades fabricadas correspondientes para este día en específico, obteniendo:

$7.607 + 9.056 + 2 = 16.665$ sacos, lo que nos da la **Producción Real**.

b) Recorte:

Luego para obtener el Recorte, que corresponde al producto defectuoso, debí consultar la planilla “Análisis de Recorte”, que corresponde a un análisis de cierre de mes, en donde se calcula la cantidad de sacos que corresponden a Recorte del total producido. Este análisis se efectúa de la siguiente forma:

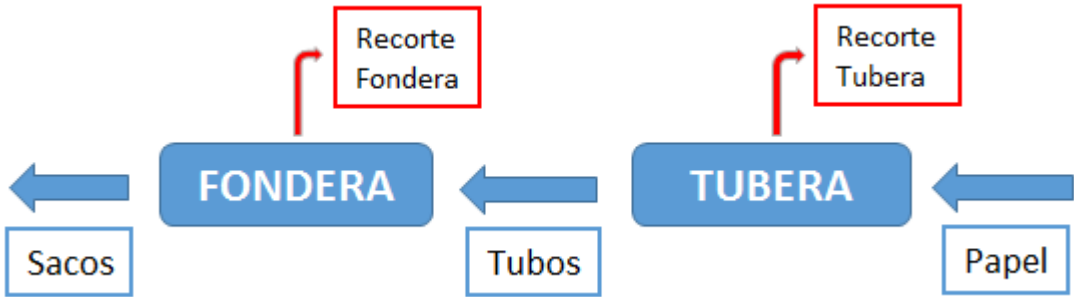
A la máquina entra una cierta cantidad de kg de papel, para esta cantidad de kg de papel se hace una conversión pasándolos a sacos mediante su peso teórico, es decir para una cierta cantidad de papel se estima que la máquina producirá tanta cantidad de sacos. Luego al final del mes se hace un cierre con la cantidad real de sacos que se produjeron, pero esa cantidad real generalmente es menor a la cantidad que se estimó que se fabricara con esa cantidad de papel. Esta diferencia corresponde al Recorte, es decir lo que no se fabricó con esta cantidad de kg de papel.

Acá el dato que necesite fue la cantidad de Recorte medido en sacos. Dado que el Análisis de Recorte se realiza en base a la Producción Real medida en sacos, éste se realiza en base a las máquinas Fonderas, en donde lo que sale de la máquina es lo real producido, o sea “Sacos”, no así en el caso de las máquinas Tuberas, en donde lo que sale y es notificado son la cantidad de “Tubos”.

Es por esto que en el análisis de recorte sólo se tienen las máquinas Fonderas, sin embargo mediante un estudio anterior del proceso se estimó que del consumo total de papel para producir la totalidad del Saco (tubo + fondo), un 95% se lo llevan las máquinas Tuberas, en hacer el “tubo”, y el 5 % restante las máquinas Fonderas, en hacerle el fondo al saco.

La siguiente figura, **Figura 3.4**, muestra los Output e Input de una línea de producción (Tubera + Fondera):

Figura 3.4. Outputs e Inputs de una Línea de una producción.



Fuente: Elaboración propia.

De este modo lo que sale de la máquina Fondera, es decir la producción, corresponde a sacos que estuvieron expuestos al recorte total que es el recorte de fondera más el recorte de tubera, en cambio lo que sale de la máquina tubera son tubos, los cuales estuvieron expuestos a solo su propio recorte, o sea al recorte de tubera.

En la siguiente tabla, **Tabla 3.9**, se muestra la cantidad de recorte que se dio en la Línea en donde estamos realizando el cálculo a modo de ejemplo (Tubera 214 y Fondera 224), para la OF (15080682).

Tabla 3.9: Filtro tabla “Tiempo Detenciones”, Tiempo Real.

Máq.	OF	Material	Producción Unitaria (sacos)	Cantidad de sacos de Recorte
214	15080682	PR814-2	16.665	816
224	15080682	PR814-2	14.500	2.165

Fuente: Elaboración propia, **Datos:** Planilla “Análisis de Recorte”, Mayo.

Como se observa en la **Tabla 3.9**, la cantidad de recorte para la máquina Tubera 214, fue de 816 sacos. En el caso de la maquina fondera 224 fueron de 2.165 sacos de recorte o que es lo mismo la diferencia entre la cantidad fabricada en Tubera menos la de Fondera ($16.665 - 14.500 = 2.165$), puesto que todo lo que sale de Tubera entra a Fondera.

Luego, para este caso, la cantidad de sacos de recorte para la máquina 214 y OF (15080682): fueron de 816 sacos, es decir la cantidad de sacos catalogados como **Producto defectuoso**.

Ahora como ya tengo la Producción real = 16.665 sacos y la cantidad de productos defectuosos (Recorte) = 816 sacos, para esta OF (15080682) y máquina Tubera 214, entonces ya puedo obtener la Producción Total. Esta forma de cálculo, como se mencionó anteriormente, varía si se trata de una Fondera o de una Tubera, los casos son:

Para Tubera:

Producción Total = Producción Real + Recorte Tubera

Para Fondera:

Producción Total = Producción Real + (Recorte Tubera + Recorte Fondera)

Como estamos calculando para una maquina Tubera tenemos:

Producción Total = Producción Real + Recorte Tubera

Producción Total = 16.665 sacos + 816 sacos = 17.481 sacos

Esta es la producción total que realizó la máquina Tubera 214 para el producto asignado a esta OF en particular.

Componente 2 del Desempeño: Producción Máxima Teórica.

La Producción Máxima Teórica consta de dos factores. Uno es el tiempo Disponible y el otro es la Velocidad Nominal de la máquina para un producto en específico.

a) Tiempo Disponible:

Este tiempo es el mismo calculado anteriormente en el desarrollo de las componentes de la Disponibilidad y que corresponde al tiempo efectivo de fabricación.

Para nuestro ejemplo con número de OF: y maquina 214 se obtuvo:

Tiempo Disponible = Tiempo Productivo – Paradas y/o averías

Tiempo Disponible = 775 min – 127 min = 648 minutos

b) Velocidad Nominal:

Para el cálculo de la velocidad nominal, éste se calculó para cada producto (PR) , en cada máquina correspondiente (10 máquinas en área MW) .

Dado que no existía un catálogo en donde indicara la velocidad nominal de los productos al paso por las maquinas, tuve que hacer un análisis en base a las velocidades históricas de los productos y agruparlos por tipo según las

características que poseen, para luego asignarles la máxima velocidad histórica que ha obtenido el Tipo al cual pertenece en cada una de las máquinas en las cuales realicé el análisis.

En el **Anexo 7**: “Velocidades históricas para productos en Fonderas y Tuberías”, se muestran las velocidades históricas que han alcanzado los productos (definidos por su PR), para máquinas Fonderas y Tuberías respectivamente. Este cálculo de la velocidad que alcanzó cada producto se obtuvo dividiendo la Producción Real por el Tiempo Disponible (Tiempo efectivo de fabricación, sin paradas ni averías), que corresponde a la velocidad efectiva que la máquina anduvo para fabricar un producto en específico, obteniendo los sacos producidos por minuto (Sacos/min), es decir:

$$\text{Velocidad Efectiva} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Dado que el Sistema Piso Planta va reseteando su base de datos año tras año, sólo se tienen los datos para este año (dato de la Producción Real), por lo cual calculé las velocidades efectivas para los productos que se elaboraron dentro de este año (De Enero 2017 a Octubre 2017).

De este modo, como ya tengo las velocidades históricas que han corrido los productos, tanto en las máquinas Fonderas como Tuberías, lo que queda ahora es agrupar estos productos por Tipo según las características que presente, como por ejemplo tamaño, cantidad de hojas, si lleva impresión en una de sus caras, etc., para luego tomar todos los productos que sean de ese Tipo y tomar el producto que haya tenido la máxima velocidad y asignar ésta como la Velocidad

Nominal (Máxima Velocidad que corre la máquina) para este Tipo de producto en particular. Por ejemplo tengo 3 productos (A, B y C) que pertenecen a un “Tipo 2” (según sus características) y tengo que las velocidades efectivas históricas de estos productos son A=100, B=80 y C=90 Sacos/min, entonces la Velocidad Nominal para los productos “Tipo 2” será 100 Sacos/min (máxima velocidad entre los 3 productos que pertenecen a este tipo).

Luego para realizar el análisis para separar los productos por tipo, lo separé en máquinas Fonderas y Tuberías asignándoles las características que más hacían disminuir la velocidad de los productos, estas características fueron asignadas en conjunto con los operarios, los que más experiencia tienen en el comportamiento y proceso de las máquinas. De este modo establecí:

Máquinas Fonderas:

Acá establecí 4 características que son: Tipo de Refuerzo de fondo, Ancho de saco, tipo de válvula y Tipo de impresión del producto.

En la siguiente tabla se muestran las características utilizadas como criterios, para poder agrupar los productos por tipo:

Tabla 3.10. Criterios Fonderas.

CRITERIOS FONDERAS			
Tipo Refuerzo Fondo	Ancho saco (mm)	Tipo Válvula	Tipo Impresión Rzo
SIN REFUERZO	AS<=300	01-INSERTA (Toma Mínima)	Pre-Impreso
SIMPLE	300<AS<=600	02-INSERTA (Adelante)	En Línea
DOBLADO SIMPLE	600<	03-INSERTA CON FILM	
DOBLADO DOBLE		04-TUBULAR (Atrás)	
		05-TUBULAR (Adelante)	
		06-TUBULAR CON UÑERO (Atrás)	
		07-MANGA DE BOLSILLO	
		08-TUBULAR REDUCIDA	
		09-INSERTA CON MANGA	
		10-INSERTA CON MANGA RED.	
		11-INSERTA DOBLE	
		12-DOBLE TRAMPA	
		13-TUBULAR CON FILM O PAPEL	
		14-TUBULAR CON CHARNELA	
		15-TUBULAR RED. CON CHARNELA	
		16-TUBULAR SOBRE INSERTA	
		17-TUBULAR DOBLE	
		18-TUBULAR DOBLE (3 Capas)	
		19-TUBULAR DOBLE (4 Capas)	
		20-Tubular Con manga reducida	

Fuente: Elaboración propia

Las definiciones para cada ítem se encuentran en el **Anexo 8:** Definiciones características Fonderas.

De este modo a cada tipo de característica la agrupe, tal como se muestra en el **Anexo 9:** Criterios para las características en Fonderas, en donde para el Tipo de refuerzo lo agrupe en 2 categorías: 1º los refuerzo de fondo que son Sin Refuerzo o Refuerzo Simple en las 2 caras (inferior y superior) y 2º los refuerzos de fondo ya sean Doblado Simple o Doblado Doble, en donde no importando en que cara se realice este tipo de refuerzo de fondo, se debe realizar un ajuste a la máquina. Para el Ancho de Saco lo agrupe en 3 categorías: 1º sacos con ancho <= 300 mm,

2º sacos con ancho $300 < \text{y} \leq 600$ mm y 3º sacos con ancho > 600 mm. Para el tipo de válvula los agrupe en 3 categorías en las cuales se tienen válvulas con el mismo diseño y en donde el ajuste de la máquina se realiza de forma similar. Y por último para el caso del tipo de Impresión del refuerzo se tendrán dos grupos: 1º refuerzo Preimpreso y 2º refuerzo Impreso en Línea.

Luego tomé todas las combinaciones posibles para estas agrupaciones por tipo de característica resultando: $2 * 3 * 3 * 2 = 36$ Tipos de productos para las máquinas Fonderas.

Maquinas Tuberas:

Acá establecí 4 características que son: Tipo de Corte del saco, la cantidad de papeles que lleva, el tipo de impresión y el Largo del saco.

En la siguiente tabla, **Tabla 3.11**, se muestran las características utilizadas como criterios, para poder agrupar los productos por tipo:

Tabla 3.11. Criterios Tuberas.

CRITERIOS TUBERAS			
Tipo de corte	Cantidad de Papeles	Tipo Impresión	Largo Saco (mm)
Recto	1,2,3,4	Pre-impreso	≤ 250
Escalonado		En Línea	$250 < LS \leq 575$
			$575 < LS \leq 900$
			$900 <$

Fuente: Elaboración propia

Las definiciones para cada ítem se encuentran en el **Anexo 10:** Definiciones características Tuberas.

De este modo a cada tipo de característica los agrupe, tal como se muestra en el **Anexo 11**: Criterios para las características en Tuberas, en donde para el Tipo de Corte lo agrupe en 2 categorías: 1º sacos con Corte Recto y 2º los sacos con Corte Escalonado. Para la cantidad de papeles lo agrupe en dos categorías: 1º sacos con 3 menos hojas de papel, 2º sacos con 4 hojas de papel. Para el tipo de Impresión del saco se tendrán dos grupos: 1º saco Preimpreso y 2º saco Impreso en Línea. Y por último para el caso del Largo del saco lo agrupe en 4 categorías: 1º largo de saco ≤ 250 mm, 2º largo de saco ≥ 250 y < 575 mm, 3º largo de saco ≥ 575 y < 900 mm y 4º largo de saco ≥ 900 mm.

Luego tome todas las combinaciones posibles para estas agrupaciones por tipo de característica resultando: $2 * 2 * 2 * 4 = 32$ Tipos de productos para las máquinas Tuberas.

Por último tomé todos los productos a los cuales les calculé su velocidad efectiva y los asigné a un Tipo, al cual pertenecían según el análisis descrito anteriormente, ver **Anexo 12**: Velocidades históricas por Tipo de producto asignado, para luego tomar la velocidad máxima de los productos que pertenecían a un Tipo en particular, obteniendo la Velocidad Nominal para cada uno de los 36 Tipos de productos pertenecientes a Fondera y para cada uno de los 32 Tipos de productos perteneciente a Tuberas, En el **Anexo 13**: Velocidades Nominales para Fonderas y Tuberas, se tienen las velocidades máximas que alcanzó un producto perteneciente a uno de los Tipos asignados en cada una de las máquinas. Para los Tipos que tienen ceros como Velocidad Nominal, quiere decir que ningún producto con esas características pasó por esa máquina.

De este modo continuando con la ejemplificación del cálculo del Desempeño del producto: PR814-2, asignado a la OF: 15080682 en la maquina tubera 214, tenemos que según sus características pertenece al Tipo 23, por lo que su Velocidad Nominal será de 31 sacos/min, es decir esta velocidad corresponde a la máxima la velocidad que ha corrido en esa máquina un producto con similares características.

Luego, como ya tenemos todas las componentes asociadas al cálculo del Desempeño, queda:

$$\text{Desempeño} = \frac{\textit{Producción Total}}{\textit{Producción Máxima Teórica}}$$

$$\text{Desempeño} = \frac{\textit{Producción Real+Producto defectuoso}}{\textit{Tiempo Disponible*Velocidad Nominal}}$$

$$\text{Desempeño} = \frac{16.665 \textit{ sacos} + 816 \textit{ sacos}}{648 \textit{ min} * 31 \textit{ sacos/min}} = \frac{17.481 \textit{ sacos}}{20.088 \textit{ sacos}} = 87 \%$$

Por lo tanto obtenemos una Desempeño del 87% para esta OF= 15080682, asociado al producto con PR= PR814, en la máquina Tubera 214.

3.1.2.4. Calidad.

La Calidad corresponde al cuociente entre la cantidad total de productos que son vendibles (Producción Vendible) v/s la producción total de unidades que la máquina realmente ha producido (Producción Total).

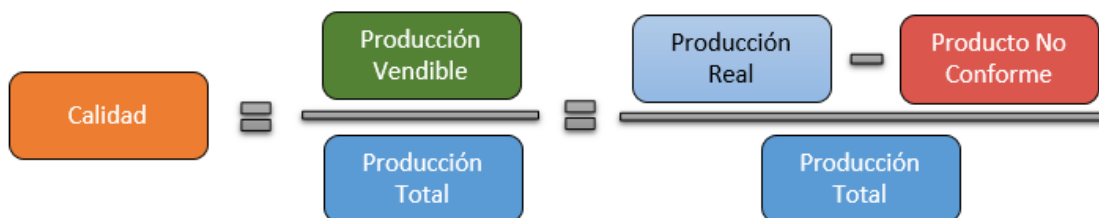
La Producción Vendible corresponde a la Producción Real fabricada menos el producto No Conforme. Este Producto No Conforme, corresponde al producto que

es regularizado por un tema de calidad y que no cumple con los requisitos especificados, esta revisión de los productos por parte del área de calidad se realiza posterior a la producción de los productos, es decir una vez que ya se ha notificado la cantidad fabricada de sacos.

En el caso de la Producción Total, corresponde a la misma descrita anteriormente en el cálculo del Desempeño, en donde a la Producción Real y notificada, se le debe sumar el producto defectuoso (Recorte).

A continuación, en la **Figura 3.5**, se puede observar la forma de cálculo del ponderador Calidad, en el cual se tiene la razón entre la Producción Vendible y la Producción Total:

Figura 3.5: Ecuación para el ponderador Calidad.



Fuente: Elaboración propia. **Datos:** Libro Steven y Jones “OEE for Operators”.

Continuando con el ejemplo de cálculo para la OF: 15080262 con producto PR: PR814-2 y máquina turbera 214, tenemos que:

Componente 1 de la Calidad: Producción Vendible.

Como se describió, esta Producción Vendible, corresponde a la Producción Real menos el Producto No Conforme (PNC). La **Producción Real** para el producto asignado a esta OF fue de 16.665 sacos al cual se le debe restar el producto no

conforme, esta información (para el PNC) se obtiene mediante una transacción en el Sistema SAP. Esta cantidad de PNC generalmente es muy poca, por lo que para obtener este dato basta consultarlo por Sistema (4 a 5 OF con Producto No Conforme por mes), por lo que no requiere que sea descargada mediante planilla de Excel.

Dado que el reporte de PNC se realiza en base a sacos, las únicas máquinas expuestas a este descuento son las máquinas Fonderas en donde se visualiza el producto final que se fabricó, es decir sacos. Por lo que para nuestro ejemplo del cálculo de la Calidad, el PNC asignado a esta OF será cero dado que estamos analizando una máquina Tubera. De este modo tenemos que:

Producción Vendible = Producción Real – Producto No Conforme

Producción Vendible = 26.665 sacos – 0 sacos = 26.665 sacos

Componente 2 de la Calidad: Producción Total.

Esta componente ya fue calculada anteriormente, puesto que fue necesaria calcularla para el parámetro Desempeño. De acuerdo al cálculo realizado para la OF que estamos calculando como ejemplo, ésta fue de:

Producción Total = Producción Real + Recorte Tubera

Producción Total = 16.665 sacos + 816 sacos = 17.481 sacos

Luego, como ya tenemos todas las componentes asociadas al cálculo de la Calidad, queda:

$$\text{Calidad} = \frac{\textit{Producción Vendible}}{\textit{Producción Total}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\textit{Producción Real} - \textit{Producto No Conforme}}{\textit{Producción Total}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{16.665 \textit{ sacos} - 0 \textit{ sacos}}{17.481 \textit{ sacos}} = 95 \%$$

Por lo tanto obtenemos una Calidad del 95% para la OF= 15080682 asociado al producto con PR= PR814-2, en la máquina Tubera 214.

Finalmente como ya tenemos todos los ponderadores necesarios para el cálculo del indicador OEE, su resultado es el siguiente:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Desempeño} * \text{Calidad} = 84 \% * 87 \% * 95 \% = 70 \%$$

Por lo tanto, la máquina 214 tuvo una **Eficiencia Productiva del 70 %**, para el lote de producto con PR: PR814-2, asociado a la OF= 15080682.

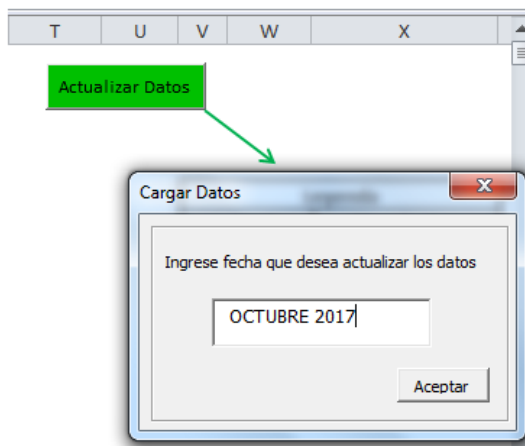
3.2. Sistema de Información Automatizado para el cálculo de la OEE.

Como se mencionó, todo el cálculo anterior fue realizado para sólo una OF emitida en el mes de Mayo, si tenemos en cuenta de que el total de OF emitidas durante un mes dado son alrededor de 600, tendríamos que realizar el mismo calculo anterior para cada una de las 600 OF todos los meses para lograr obtener su correspondiente valor del indicador OEE.

Para lograr resolver este problema, fue que creé un sistema automatizado de información, correspondiente a una planilla de Excel (“Generador de OEE mensual”), en donde se deben cargar los datos básicos de todos los productos del mes del cual se quiere calcular su OEE y esta planilla va calculando de forma automática cada ponderador (Disponibilidad, Desempeño y Calidad) con sus

correspondientes formulas, para luego obtener el índice global del OEE por mes, por máquina y por producto. Para ello utilicé la herramienta incluida en Excel, Visual Basic, que es un lenguaje de programación para automatizar procesos mediante Macros. En la siguiente figura, **Figura 3.6**, se muestra como ejemplo la forma de cargar los datos, en donde con sólo ingresar el mes y el año, la macro va a las planillas tanto de: “Notificaciones de Producción de Piso planta” y “Tiempo de Detenciones”, las cuales se deben alojar en carpetas especificadas, y se cargan los datos de cálculo de forma automática, ahorrando tiempo y dando sencillez al cálculo de este indicador.

Figura 3.6. Botón asociado al ingreso de datos mediante macros.

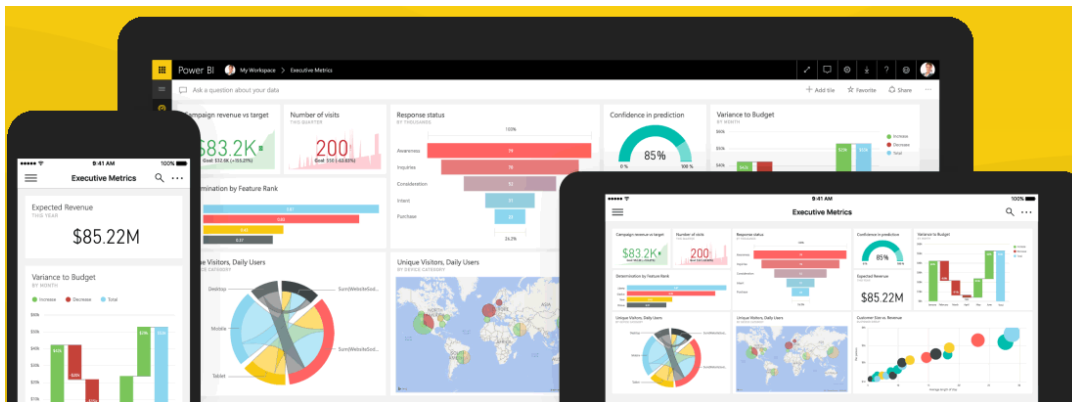


3.3. Implementación del software Power BI.

Para poder analizar estos reportes productivos y además compartir esta información a quien la solicite y requiera, es que implemente el software Power BI (BI: Business Intelligence), que corresponde a un programa de análisis empresarial en donde se pueden preparar estos reportes productivos y crear paneles personalizados con objetos visuales de datos interactivos que luego se

pueden publicar en su nube de almacenamiento alojada en su página web y también en dispositivos móviles, mediante su aplicación, para luego poder compartirlo a los miembros de la organización los cuales pueden mantenerse siempre informados, cuando y donde sea, mediante sus diversas plataformas, ya sea web, aplicación para teléfonos y envío de correos electrónicos con avisos al cambiar o tras la actualización de los datos.

Figura 3.7. Diseño del Software Power BI.



Fuente: powerbi.microsoft.com


Capítulo 4: Resultados y Reflexión.

4.1. Resultados Obtenidos.

Del desarrollado del cálculo de la OEE, se obtuvo éste indicador para cada uno de los productos (fabricados por lotes) en cada una de las 10 máquinas que conforman el área MW durante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre de 2017. Este indicador se calculará de forma mensual y del desarrollo de éste se generará una tabla tal como se muestra a continuación en la

Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Indicador OEE por Máquina para mes de Mayo.

		Resumen OEE por máquina mes de Mayo			
N° de Máquina	Nombre Máquina	Disponibilidad	Desempeño	Calidad	OEE
214	Tub. Koschiek	89%	81%	96%	69%
215	Tubera 2145	92%	92%	96%	81%
216	Tubera 2155	94%	85%	97%	77%
217	Tubera 8115	91%	88%	96%	77%
218	Tubera 2180	94%	89%	97%	81%
224	Fondera 529	87%	87%	91%	69%
225	Fondera 2378	93%	91%	93%	78%
226	Fondera 2379	94%	86%	94%	76%
227	Fondera 8230	94%	90%	93%	79%
228	Fondera 8320N	95%	88%	92%	77%
OEE MAYO 2017		92%	88%	94%	77%

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la OEE global del área, es decir para todas las máquinas, no tomé el promedio de todas las máquinas, si no que realicé el cálculo, ya sea Disponibilidad, Desempeño y Calidad, tomando todos los productos en total sin importar en que máquina se hayan fabricado. Si bien no cambio mucho si tomará el promedio, realizarlo de esta forma (tomado el total) el cálculo será más exacto.

Esta tabla de información sobre el resultado del cálculo de la OEE por máquina, también se complementó con gráficos dinámicos, los cuales resultarán útiles a la hora de analizar la información al poder filtrarla según a lo que se quiera acceder.

Esta información del resultado del cálculo de la OEE proviene del Sistema de información automatizado que creé mediante macros a partir de la herramienta Visual Basic incorporada en Excel, esta tabla se puede visualizar en el **Anexo 15:** Tabla automatizada para el cálculo de indicador OEE.

En cuanto a la implementación del software Power BI, logré incorporar a éste el reporte final del cálculo de la OEE mediante el desarrollo y creación de paneles y gráficos de información. Éste “Reporte” se alimenta de la planilla de Excel automatizada para el cálculo de la OEE, por lo que una vez ya calculada la OEE para un mes dado, sólo bastará con clicar en el botón “Refrescar” incorporado en el panel de herramientas del programa y se actualizarán los datos, puesto que están vinculados, para luego subir el “Reporte” a la nube de almacenamiento de reportes y poder compartirlo con la lista de contactos asociados. En el **Anexo 16: Reporte Power BI**, se puede visualizar el reporte generado en este programa en donde aproveche de incorporar otros reportes que actualmente se manejan en la empresa como lo son la Productividad (Sacos/turno), el % de Recorte (% de producto defectuoso del total producido) , y la Pequeñas Paradas (Paradas con tiempo de duración entre 2 a 10 min).

4.2. Reflexión.

De la práctica realizada, como principal aprendizaje fue la experiencia laboral que adquirí, puesto que pude desarrollar mis habilidades tanto personales como académicas y lograr poner en práctica todo el conocimiento y herramientas adquiridas durante los años de estudio. Además el roce que genera el compartir día a día junto a colegas, la mayoría ingenieros con años de experiencia, hace que florezcan otras habilidades que muchas veces no se obtiene en el periodo universitario, como lo son las habilidades interpersonales. Además el compartir a diario con mi jefe directo (de profesión ingeniero civil industrial y sub gerente de producción), pude focalizarme en él y aprender de la responsabilidad que implica y

engloba ser Gerente o Sub Gerente de una planta productiva, puesto que me permitió asistir y participar regularmente a reuniones de equipo y área en temas productivos y organizacionales de interés de la empresa.

Capítulo 5: Conclusiones.

5.1. Conclusiones.

Dado el resultado obtenido para el cálculo del indicador OEE, en donde la OEE Global en todos los meses en donde se calculó (Mayo, Junio Julio, Agosto y Septiembre) se mantuvo en el rango de $75\% < OEE < 85\%$, se puede establecer a través de este resultado y comparándolo con la tabla del **Anexo 3**: Clasificación del indicador OEE, que la planta se encuentra en un rango aceptable en cuanto a su eficiencia productiva, es decir hay pequeñas pérdidas dentro de su proceso productivo, por lo que su competitividad con respecto a otras empresas de su clase es ligeramente baja. Por lo que si la empresa desea mejorar este indicador, deberá establecer objetivos como proyectos de mejora en las máquinas en donde la OEE se ha mantenido baja y focalizarse en los aspectos que disminuyen la eficiencia y que afectan directamente a la Disponibilidad, al Desempeño o a la Calidad, como los son las paradas de la máquina o la velocidad reducida de ésta y para establecerse como meta al mediano o largo plazo estar catalogada como empresa “World Class”, es decir con un $OEE > 95\%$ en su proceso productivo.

De este modo logré cumplir cada uno de los objetivos propuestos, en cuanto a desarrollar una metodología estandarizada de cálculo para el indicador OEE, y además desarrollar una sistema automatizado de cálculo de éste complementado

con los análisis de reportes incorporados al programa Power BI, lo que generó un impacto profundo para el área de TPM, puesto que podrán focalizar esfuerzos al detalle en máquinas y también en productos en específico y tomar decisiones adecuadas para poder mejorar.

Referencias.

Steven Ott, Jones Karen. OEE for Operators: Overall Equipment Effectiveness. 1ra Edición. New York. Productivity Press.1999. Pág. 14-20, 26-34.

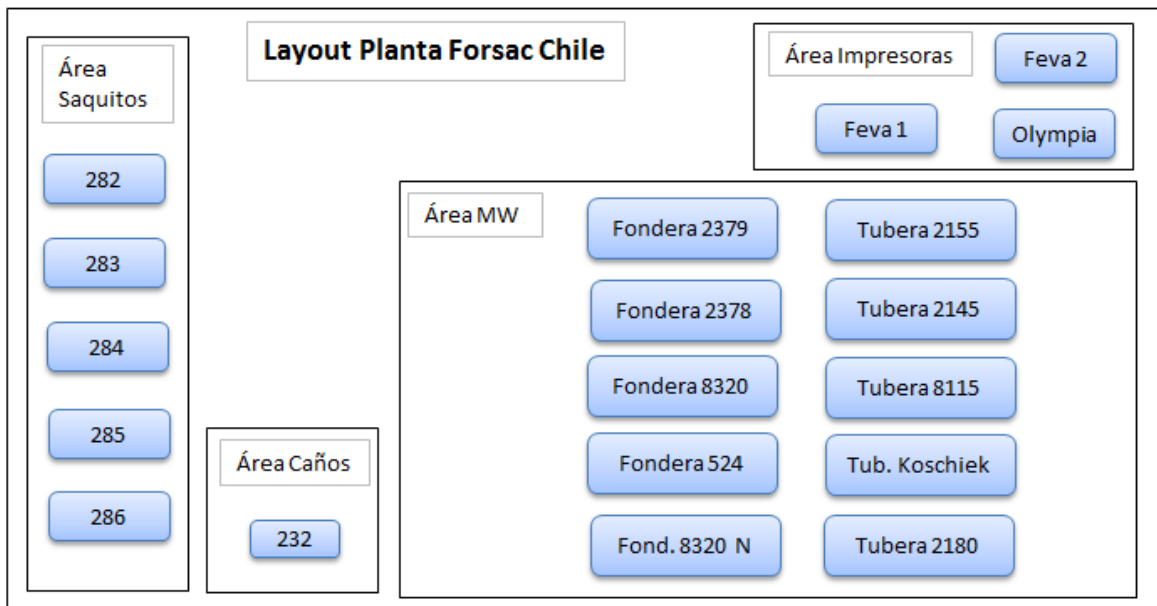
Peter Belohlavek ,OEE (Overall Equipment Effectiveness) su abordaje Unicista, Pág. 81-85.

Lluís Cuatrecasas y Francesca Torrell, TPM en un entorno Lean Management. Pág 20-60.

Página oficial software Power BI: <https://powerbi.microsoft.com/es/>.

Anexos.

Anexo 1: Layout de la planta, Área de procesos.



Anexo 2: 6 grandes pérdidas de eficiencia y su relación con la OEE

Pedidas	OEE
Averías	Disponibilidad
Puesta a punto y ajustes	
Micro- paradas	Desempeño
Velocidad Reducida	
Rechazos de arranque	Calidad
Rechazos de producción	

Anexo 3: Clasificación del indicador OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
>=65% <75%	Regular	Perdidas Económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
>=75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
>=85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
>=95%	Excelente	Competitividad excelente. "World Class".

Anexo 4: Planilla Notificaciones de Producción, Piso planta, Acá sólo se muestra una parte de los 2.000 datos por mes.

Fecha Inicio Fabricación	Fecha Termino Fabricación	Horas de Fabricación	Cog. Máquina	Máquina	Turno	Numero OF	Código Material	Texto Breve	Cantidad Fab-Notificada	Nombre Operario
31/05/2017 23:47	31/05/2017 23:50	0,05	232	Eberle SP650S	3	15080519	PR6328-1	CANO T300-1000 L=2730 TALAG.(STR) (LA)23.47	308	REYES VENEGAS RUBEN
31/05/2017 23:41	31/05/2017 23:50	0,15	218	Máquina 18 (v/M&H 2180)	3	15080803	PR1119-1	HOLCIMFUERTE CPP40 50K (CAPEVILLE)23:42	53355	SAN MARTIN VILCHES FELIPE
31/05/2017 23:37	31/05/2017 23:38	0,02	224	Máquina 24 (G&H 523)	3	15080684	PR989-3	CAL HIDRAULICA SOPROCAL 6 - 25K	0	BUSTOS LUENGO JUAN ALFON
31/05/2017 22:00	31/05/2017 23:50	1,83	225	Máquina 25 (v/M&H 2378)	3	15080639	PR10104-2	PACASMAYO - CEMENTO FORTIMAX 3 42.5KG22:0	20100	DIAZ FERRADA PABLO CESAR
31/05/2017 21:43	31/05/2017 23:50	2,12	215	Máquina 15 (v/M&H 2145)	3	15080639	PR10104-2	PACASMAYO - CEMENTO FORTIMAX 3 42.5KG21:43	22086	FRANCO CARES LUIS EDUARDO
31/05/2017 20:28	31/05/2017 23:50	3,37	227	Máquina 27 (v/MH 8320)	3	15079512	PR9999-0	Titan Type HIPortland 94# (Domestic)20:28	27000	CANCINO CENCIMO JUAN PABLO
31/05/2017 20:18	31/05/2017 23:50	3,53	216	Máquina 16 (v/M&H 2155)	3	15080550	PR9626-2	INGREDIÖN - GEN KF ALM 25 KG20:17	4850	MUNOZ ZAPATA ALVARO ABRAHAM
31/05/2017 19:18	31/05/2017 23:50	4,53	226	Máquina 26 (v/M&H 2379)	3	15080765	PR10762-1	HEAVIER PRODUCT 25LB PO1M9:18	22400	RODRIGUEZ SANHUEZA ANDRES ANTONIO
31/05/2017 19:13	31/05/2017 23:37	4,4	224	Máquina 24 (G&H 523)	3	15080684	PR989-3	CAL HIDRAULICA SOPROCAL 6 - 25K19:13	12000	BUSTOS LUENGO JUAN ALFON
31/05/2017 18:32	31/05/2017 23:50	5,3	214	Máquina 14 (Kochstiek)	3	15080029	PR1450-3	HORMIGON 35KG 5:53	2	CONTRERAS PINO DURAN DESFAJOUR
31/05/2017 16:02	31/05/2017 23:50	7,8	228	Máquina 28 (v/MH 8320)	3	15080621	PR7909-6	HOLCIMFUERTE CAH40 50K (CAMPANA)	63000	SERGIO EDILVERTO
31/05/2017 15:51	31/05/2017 18:31	2,67	214	Máquina 14 (Kochstiek)	3	15080684	PR989-3	CAL HIDRAULICA SOPROCAL 6 - 25K	10522	CONTRERAS PINO FRANCO CARES LUIS EDUARDO
31/05/2017 15:51	31/05/2017 21:42	5,85	215	Máquina 15 (v/M&H 2145)	3	15080638	PR10104-2	42.5KG	69776	MUNOZ ZAPATA
31/05/2017 15:51	31/05/2017 20:17	4,43	216	Máquina 16 (v/M&H 2155)	3	15080765	PR10762-1	HEAVIER PRODUCT 25LB PO1M5:50	23175	ALVARO ABRAHAM
31/05/2017 15:51	31/05/2017 23:50	7,98	217	Máquina 17 (v/MH 8115)	3	15079512	PR9999-0	Titan Type HIPortland 94# (Domestic)15:24	41037	FERRER GARCES
31/05/2017 15:51	31/05/2017 23:40	7,82	218	Máquina 18 (v/M&H 2180)	3	15080621	PR7909-6	HOLCIMFUERTE CAH40 50K (CAMPANA)	65025	HORMAZABAL FUENTES HECTOR ADR BUSTOS LUENGO JUAN

Anexo 5: Planilla Tiempo de Detenciones, Sistema SAP. Acá se muestra sólo una parte de los 6.000 datos por mes.

Turno	PstoTbjo	Nro.Orden	Num. Parte	Fecha.Inic	Fe.Termno	Hora Inic.	Hr.Termno.	Tmpo.Real	Descripción	Operario	Nombre
3	215	15082967	327253	22.09.2017	25.09.2017	23:35:29	23:30:41	2875	SETUP	103714	RODRIGO RAMON JARA ZAPATA
2	262	15082547	327761	29.09.2017	02.10.2017	13:40:42	7:56:57	2536	SETUP	103682	NESTOR OMAR CALDERON URZUA
1	262	15082340	325767	02.09.2017	04.09.2017	7:03:15	23:51:05	2448	SETUP	103676	MIGUEL ENRIQUE FERNANDEZ NORAMBUENA
1	262	15081956	325942	04.09.2017	06.09.2017	23:51:06	23:55:53	1445	SETUP	103744	FELIPE MANUEL SEGURA GARRIDO
2	262	15082978	327198	23.09.2017	25.09.2017	15:52:50	8:01:40	969	SETUP	103744	FELIPE MANUEL SEGURA GARRIDO
2	261	15082932	326148	07.09.2017	09.09.2017	15:50:53	7:49:00	959	CONTINUACIC	15216055	JORGE PONCE VEJAR
1	214	15082744	326236	09.09.2017	11.09.2017	15:42:26	5:17:50	815	SETUP	5174	ENRIQUE HU BAEZA GARCIA
2	261	15082889	327777	30.09.2017	02.10.2017	22:27:58	11:44:00	797	CONTINUACIC	6237	HECTOR EDUARDO NUNEZ PARRA
2	226	15082264	327235	23.09.2017	25.09.2017	22:10:47	10:29:00	739	CONTINUACIC	17062680	JUAN GUILLERMO CORREA VILLANUEVA
1	261	15082940	326259	09.09.2017	11.09.2017	23:24:06	7:48:00	504	CONTINUACIC	6237	HECTOR EDUARDO NUNEZ PARRA
1	261	15082082	327188	23.09.2017	25.09.2017	22:07:16	6:20:55	494	SETUP	5070	SERGIO ORL SANDOVAL CID
1	262	15082969	326428	11.09.2017	12.09.2017	15:51:57	23:51:00	479	SETUP	103744	FELIPE MANUEL SEGURA GARRIDO
1	227	15082931	326240	09.09.2017	11.09.2017	22:13:33	3:42:00	329	ASEO	103752	JORGE EDUARDO VILLARROEL SEPULVEDA
3	217	15082931	326223	09.09.2017	11.09.2017	22:01:01	2:50:52	290	SETUP	103677	RICARDO FUENTEALBA SOTO
3	216	15082264	327169	23.09.2017	25.09.2017	23:36:12	3:48:13	252	SETUP	102925	ALVARO ABRAHAM MUNOZ ZAPATA
2	214	15082837	325633	01.09.2017	02.09.2017	11:14:17	12:06:21	52	SETUP	16784070	EDISON CONTRERAS PINO
3	214	15082386	326101	07.09.2017	08.09.2017	15:07:31	15:50:16	43	SETUP	5226	MARIO PATR MOLINA RIOS

Anexo 6: Detenciones predeterminadas por el sistema (computador de la máquina).

Tipo de Detención	Descripción
ASEO	A la propia máquina y/o a la zona de trabajo
ATASCAMIENTO	Del papel al pasar por máquina
CAMBIO DE ROLLO	Una vez ya ocupado todo el papel que conforma el Rollo
COLACION	Que realizan los operarios 1 vez por turno (Turnos por día=3)
SETUP	Preparación la máquina para fabricar.
CONTINUACION SETUP	Continuación de preparación de máquina
CONTROL DE INSUMOS	Ya sea papel, tinta, encolador, etc.
FALLA ELECTRICA	En algún componente de la máquina
FALLA MECANICA	En algún componente de la máquina
FALTA DE INSUMOS	Ya sea papel, tinta, encolador, etc.
FICHA TECNICA	Error en Ficha Técnica (Ficha con las caract. del producto)
INSUMOS NO CONFORMES	Insumos no correspondientes con el pedido
REGULACION	De máquina para su correcta utilización
REUNION DE EQUIPO	Con los jefes de turno, con el área o de toda la planta

Anexo 7. Velocidad efectiva por producto al paso por máquinas Fonderas y Tuberas. Sólo una partes de las 10.000 velocidades calculadas.

Maquinas Fonderas:

Mes	Má q	OF	PR	Producción Real (Sacos)	Tiempo Disponible (min)	Veloc. Efectiva (Sacos/min)
ENERO	224	15077984	PR10904	4.960	439,2	11,3
ENERO	224	15078003	PR10774	6.800	310,2	21,9
ENERO	224	15078218	PR4030	19.200	652,8	29,4
ENERO	225	15077393	PR7543	14.600	171,0	85,4
ENERO	225	15077401	PR7537	17.040	117,1	145,6
ENERO	225	15077419	PR1458	30.140	291,6	103,4
ENERO	225	15077457	PR1169	9.200	231,0	39,8
ENERO	225	15077467	PR7838	25.910	612,2	42,3

Máquinas Tuberías:

Mes	Máq	OF	PR	Producción Real (Sacos)	Tiempo Disponible (min)	Veloc. Efectiva (Sacos/min)
ENERO	214	15077984	PR10904	5.818	57,3	101,5
ENERO	214	15078024	PR7408	10.652	157,8	67,5
ENERO	214	15078056	PR4734	214.039	1420,4	150,7
ENERO	214	15078085	PR8318	147.857	779,3	189,7
ENERO	214	15078105	PR10849	52.472	247,2	212,3
ENERO	215	15077393	PR7543	14.972	91,8	163,1
ENERO	215	15077401	PR7537	17.388	196,2	88,6
ENERO	215	15077419	PR1458	30.867	229,8	134,3

Anexo 8: Definiciones características Fonderas.

Refuerzo de Fondo: Hoja de papel, generalmente de forma rectangular, que se pega en el fondo del saco para brindarle mayor resistencia a éste y obtener un saco totalmente resistente, apto para soportar productos pesados o con gran rigidez, como por ejemplo cemento o productos alimenticios.

Ancho de Saco: Dimensión del saco medido de extremo a extremo de forma transversal.

Válvula: Orificio en el extremo del fondo del saco, el cual permite que este sea llenado con el producto para el cual se fabricó.

Impresión de Refuerzo: El refuerzo que lleva el fondo del saco puede llevar un estampado o logo el cual lo solicita el cliente, si este es el caso, entonces la impresión si es muy compleja realizarla y requiere muchos detalles se realiza en una de las máquinas impresoras que se tienen (Impresoras: Olympia, Feva 1 o Feva 2) para lo cual se dice que el refuerzo viene “Preimpreso”. En el caso

contrario si el estampado no requiere tanto detalle, entonces se realiza en el apartado de la máquina, para lo cual se le denomina “Impreso en Línea”.

Anexo 9: Criterios para las Características Fondera.

CRITERIOS FONDERAS								
Tipo Refuerzo Fondo C5	Tipo Refuerzo Fondo C6	Cód. tipo Ref	Ancho saco	Cód. tipo AS	Tipo Válvula	Cód. tipo Válvula	Tipo Impresión Rzo	Cód. Tipo Imp. Rzo
SIN REFUERZO	SIN REFUERZO	1	AS<=300	1	03-INSERTA CON FILM	1	Pre-impres	1
SIN REFUERZO	SIMPLE		300<AS<=600	2	14-TUBULAR CON CHARNELA		En Línea	2
SIMPLE	SIN REFUERZO		600<	3	15-TUBULAR REDUCIDA CON CHARNELA			
SIMPLE	SIMPLE	2			16-TUBULAR SOBRE INSERTA	2		
SIN REFUERZO	DOBLADO SIMPLE		18-TUBULAR DOBLE (3 Capas)					
SIN REFUERZO	DOBLADO DOBLE		19-TUBULAR DOBLE (4 Capas)					
SIMPLE	DOBLADO SIMPLE		06-TUBULAR CON UÑERO (Atrás)					
SIMPLE	DOBLADO DOBLE		07-MANGA DE BOLSILLO					
DOBLADO SIMPLE	SIN REFUERZO		09-INSERTA CON MANGA					
DOBLADO SIMPLE	SIMPLE		10-INSERTA CON MANGA REDUCIDA					
DOBLADO SIMPLE	DOBLADO SIMPLE		12-DOBLE TRAMPA					
DOBLADO SIMPLE	DOBLADO DOBLE		Tubular Con manga reducida					
DOBLADO DOBLE	SIN REFUERZO		01-INSERTA (Toma Mínima)					
DOBLADO DOBLE	SIMPLE		02-INSERTA (Adelante)					
DOBLADO DOBLE	DOBLADO SIMPLE		04-TUBULAR (Atrás)					
DOBLADO DOBLE	DOBLADO DOBLE		05-TUBULAR (Adelante)					
			08-TUBULAR REDUCIDA					
		11-INSERTA DOBLE						
		13-TUBULAR CON FILM O PAPEL DESPLAZAD						
		17-TUBULAR DOBLE						

Anexo 10: Definiciones características Tuberas.

Tipo de Corte: existen dos tipos de corte que se le pueden realizar al saco, el primero corresponde al Corte Recto en donde sólo se le realiza el corte con una cuchilla totalmente recta. El segundo tipo de corte es el Corte Escalonado, en el cual se le realiza el corte mediante un cuchillo con distintas configuraciones aplicándole al saco un corte de incisión en los extremos para que luego estos cortes se puedan entrelazar y brindar al saco una mayor resistencia en su fondo.

Cantidad de papeles: corresponde a la cantidad de hojas de papel que lleva el saco (de 1 a 4 hojas de papel) y que dependerá del grado de rigidez y resistencia que solicita el cliente a su producto.

Tipo de Impresión del saco: Al igual que ocurre con el tipo de impresión del refuerzo del fondo del saco, la cara frontal y posterior de éste puede llevar un estampado o logo el cual lo solicita el cliente, si este es el caso la impresión si es muy compleja realizarla y requiere muchos detalles entonces se realiza en una de las máquinas impresoras que se tienen (Impresoras: Olympia, Feva 1 o Feva 2) para lo cual se dice que el saco viene “Preimpreso”. En el caso contrario si el estampado no requiere tanto detalle, entonces se realiza en la propia máquina, para lo cual se le denomina “Impreso en Línea”.

Largo de Saco: Dimensión del saco medido de forma longitudinal de extremo a extremo.

Anexo 11: Criterios para las Características Tubera.

CRITERIOS TUBERAS							
Tipo de corte	Cód. Tipo Corte	Cant. Papeles	Cód Cant Papeles	Tipo Impresión	Cód. Tipo Impresión	Largo Saco	Cód. LS
RECTO	1	1,2,3	1	Pre-impreso	1	<=250	1
ESCALONADO	2	4	2	En Línea	2	250<LS<=575	2
						575<LS<=900	3
						900<	4

Anexo 12: Velocidades Históricas por producto.

Mes	Línea	OF	PR	Cod.Ve	Nombre	Tiempo	Tipo as	Veloc. Efectiva
ENERO	214	15076208	PR10748	0	HARINA DE	877,2	Tipo 7	27
ENERO	214	15077211	PR1136	6	CAVE I SEAL	457,2	Tipo 11	21
ENERO	214	15077251	PR4975	4	Sin Descrip	1059	Tipo 3	4
ENERO	214	15077490	PR1167	4	MEZCLA P/E	504,6	Tipo 18	57
ENERO	214	15077493	PR1187	4	MEZCLA PAR	505,8	Tipo 18	121
ENERO	214	15077557	PR9570	1	PRUEBA ALLI	912	Tipo 23	3
ENERO	214	15077576	PR1187	4	MEZCLA PAR	766,8	Tipo 18	71
ENERO	214	15077581	PR1167	4	MEZCLA P/E	531	Tipo 18	86
ENERO	214	15077632	PR7311	3	CHAMP DP 1	333	Tipo 2	34
ENERO	214	15077700	PR985	1	CAL ESPUMA	574,2	Tipo 7	37
ENERO	214	15077701	PR7625	0	CAL SUPERFI	768	Tipo 23	29
ENERO	214	15077725	PR816	3	Sin Descrip	866,4	Tipo 22	15
ENERO	214	15077762	PR10889	0	CEMENTO S/	280,8	Tipo 6	5
ENERO	214	15077764	PR1280	3	CAL HIDRAT	786,6	Tipo 7	210
ENERO	214	15077781	PR1147	1	CARBONATO	376,2	Tipo 23	28
ENERO	214	15077782	PR1148	1	CARBONATO	366	Tipo 7	55
ENERO	214	15077783	PR1237	1	SACOS DE P/	564	Tipo 7	250
ENERO	214	15077841	PR5435	2	LECHE EXPO	494,4	Tipo 7	24
ENERO	214	15077845	PR10897	1	PRUEBA CAL	283,2	Tipo 6	3
ENERO	214	15077868	PR10231	1	(08-221) TIP	3659,4	Tipo 11	29
ENERO	214	15077903	PR8252	5	OMYA CARB	804	Tipo 23	26
ENERO	214	15077918	PR7039	2	CONCRELIST	580,8	Tipo 2	44
-----	---	-----	-----	-	-----	-----	-	--

Anexo 13: Calculo de velocidades Nominales de los Tipos por máquina:

FONDERAS						TUBERAS					
Tipo	224	225	226	227	228	Tipo	214	215	216	217	218
Tipo 1	0	0	0	0	0	Tipo 1	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	162	0	Tipo 2	101	0	217	232	224
Tipo 3	0	0	0	0	0	Tipo 3	220	0	215	200	218
Tipo 4	0	0	0	169	180	Tipo 4	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	197	0	Tipo 5	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	182	0	Tipo 6	146	237	209	200	200
Tipo 7	52	0	169	43	77	Tipo 7	210	218	202	202	87
Tipo 8	0	0	113	180	0	Tipo 8	0	0	0	0	0
Tipo 9	70	113	229	215	0	Tipo 9	0	0	0	0	0
Tipo 10	0	0	180	197	0	Tipo 10	39	0	83	200	0
Tipo 11	79	228	228	230	229	Tipo 11	58	0	200	178	97
Tipo 12	78	0	180	222	200	Tipo 12	0	0	0	0	0
Tipo 13	0	0	97	107	0	Tipo 13	0	0	0	0	0
Tipo 14	0	0	107	0	0	Tipo 14	55	0	205	127	0
Tipo 15	0	0	138	0	0	Tipo 15	11	0	200	200	194
Tipo 16	0	0	96	0	0	Tipo 16	0	0	0	0	0
Tipo 17	0	0	200	180	0	Tipo 17	0	0	0	0	0
Tipo 18	0	0	0	0	0	Tipo 18	200	237	209	232	36
Tipo 19	0	0	0	0	0	Tipo 19	35	141	155	84	0
Tipo 20	0	0	0	0	0	Tipo 20	0	0	0	0	0
Tipo 21	0	0	0	0	0	Tipo 21	0	0	0	0	0
Tipo 22	0	0	0	0	0	Tipo 22	210	241	200	215	200
Tipo 23	0	0	0	91	0	Tipo 23	213	237	214	170	228
Tipo 24	0	0	0	0	0	Tipo 24	0	0	0	0	0
Tipo 25	0	0	0	0	0	Tipo 25	0	0	0	0	0
Tipo 26	0	0	0	0	0	Tipo 26	0	0	0	0	28
Tipo 27	0	0	208	91	0	Tipo 27	28	0	0	0	84
Tipo 28	0	0	0	208	0	Tipo 28	0	0	0	0	0
Tipo 29	79	0	180	195	200	Tipo 29	0	0	0	0	0
Tipo 30	0	0	172	220	0	Tipo 30	28	0	0	0	0
Tipo 31	0	0	0	0	0	Tipo 31	0	0	0	0	200
Tipo 32	0	0	0	0	0	Tipo 32	0	0	0	0	0
Tipo 33	0	0	0	0	0						
Tipo 34	0	0	0	0	0						
Tipo 35	0	0	0	0	0						
Tipo 36	0	0	0	0	0						

Anexo 15: Tabla automatizada cálculo de la OEE:

Linea	OF	PR	Código Verifica	Nombre Producto	Tiempo (fabricacion [MIN])	Detencion [MIN]	mm. Detencion	Tiempo Disponible	DISPONIBILIDAD	Velocidad Nominal	Producción Máxima Teórica	Producción Real	Recorte	Producción Total	DESEMPEÑO	Sacos Vendibles	CALIDAD	OEE
2	214	16079535	PR10043	0 AMERIMIX/COLORI	478,8	478,8	0	388,8	77%	80	23.574	23.574	1.382	30.966	105%	23.574	95%	77%
3	214	16079540	PR10044	0 AMERIMIX/TIPE SIV	478,8	478,8	461	17,8	4%	200	4.900	42.321	1.161	43.682	382%	4.900	4.2524	38%
4	214	16079598	PR6363	1 CARBONATO DE CA	321	321	0	321	100%	80	23.680	11.069	343	11.412	44%	11.069	97%	43%
5	214	16079845	PR6363	3 BEMEZCLA HORMIC	478,8	478,8	0	478,8	100%	250	119.700	37.831	1.073	38.904	33%	37.831	97%	32%
6	214	16079845	PR6363	3 BEMEZCLA HORMIC	478,8	478,8	1387	478,8	100%	70	33.516	35.141	3.239	38.380	116%	35.141	92%	105%
7	214	16079894	PR1163	5 MEZCLA PARA PISC	210	210	632	210	100%	65	13.650	10.057	0	10.057	74%	10.057	100%	74%
8	214	16079895	PR7839	3 PRODUCTO ESPECI	142,8	142,8	211	142,8	100%	250	35.700	9.722	4.252	13.974	38%	9.722	70%	27%
9	214	16079898	PR6363	5 BEKRON STEEL F 20	780,6	780,6	332	448,6	57%	54	24.224	14.460	972	15.432	64%	14.460	94%	34%
1	214	16079899	PR6363	5 BEKRON STEEL F 20	97,8	97,8	339	97,8	100%	163	15.923	6.555	269	6.824	43%	6.555	96%	41%
2	214	16080009	PR10365	0 60# RAPID SET COM	115,8	115,8	322	115,8	100%	190	21.990	11.071	0	11.071	50%	11.071	100%	50%
3	214	16080010	PR11145	0 PRIUEBA FILM 20 MI	270	270	380	270	100%	5	14.32	14.32	0	14.32	100%	14.32	100%	100%
4	214	16080029	PR1450	3 HORMIGON 35KG 5,5	318	318	768	318	100%	169	53.682	31.918	0	31.918	59%	31.918	100%	59%
5	214	16080031	PR1449	4 MORTERO PEGA BA	636	636	6	630	99%	68	42.578	42.578	2.496	45.074	106%	42.578	94%	98%
6	214	16080072	PR1460	5 TOPEX HORMIGON I	1060,2	1060,2	659	401,2	38%	146	58.601	58.601	3.790	62.391	106%	58.601	94%	98%
7	214	16080084	PR10200	5 MEXISTENCIA #35	624,6	624,6	439	185,6	30%	163	31.348	31.348	1.445	32.793	105%	31.348	95%	39%
8	214	16080087	PR10398	0 HNA FANIFIC PUE	695,8	695,8	274	381,8	56%	85	32.463	23.377	0	23.377	80%	23.377	100%	47%
9	214	16080105	PR11152	0 CEMENTO ESPECIAL	762	762	66	696	91%	68	47.030	47.030	2.982	50.012	105%	47.030	94%	91%
10	214	16080107	PR11135	0 MORTERO ALTO 25#	271,8	271,8	66	34	12%	31	1.096	1.096	0	1.096	100%	1.096	100%	52%
11	214	16080118	PR11134	0 MORTERO MEDIO 2#	271,8	271,8	79	192,8	71%	7	1.441	1.441	0	1.441	100%	1.441	100%	71%
12	214	16080119	PR11133	0 MORTERO BAJO 25#	30	30	273	30	100%	35	1.041	1.041	147	1.188	114%	1.041	100%	100%
13	214	16080125	PR1263	3 Cont. Fideos #4A, chl	633,6	633,6	900	633,6	100%	64	40.550	31.172	1.062	32.234	78%	31.172	97%	77%
14	214	16080132	PR5163	5 HARINA PASTA EST	378	378	583	378	100%	28	10.558	10.558	733	11.291	107%	10.558	94%	100%
15	214	16080137	PR7628	3 HARINA DE TRIGO 2	537	537	245	292	54%	112	32.822	31.014	1.194	32.208	98%	31.014	96%	51%
16	214	16080139	PR10685	1 SA MICROSILICE #2	273	273	157	116	42%	95	11.006	11.006	3.287	14.293	130%	11.006	77%	42%
17	214	16080165	PR10300	2 EXISTENCIA#3507 P.	837,6	837,6	54	843,6	94%	178	150.057	54.819	1.088	55.907	37%	54.819	98%	34%
18	214	16080246	PR10329	0 CEMENTO ESPECIAL	52,8	52,8	764	52,8	100%	250	13.200	13.269	724	13.993	106%	13.269	95%	101%
19	214	16080247	PR10329	0 CEMENTO ESPECIAL	478,8	478,8	0	478,8	100%	75	35.310	11.055	1.825	12.880	36%	11.055	85%	31%
20	214	16080249	PR10345	0 PRIUEBA ESPECIAL I	199,8	199,8	707	199,8	100%	26	5.088	5.088	1.824	7.012	138%	5.088	73%	100%
21	214	16080260	PR10346	0 Sin Desempeño 74	240,6	240,6	1875	240,6	100%	21	4.985	4.985	0	4.985	100%	4.985	100%	100%
22	214	16080261	PR14741	13 CEMENTO ESPECIAL	2503,8	2503,8	468	2035,8	81%	200	503.980	204.324	7.405	212.329	42%	204.324	97%	33%
23	214	16080262	PR14744	4 CEMENTO ESPECIAL 42	168,4	168,4	0	168,4	100%	84	164.746	164.746	3.846	168.592	103%	164.746	100%	100%

Anexo 16: Reporte programa Power BI:

