

**Mejora general de los procesos para una planta de
acondicionamiento y reempaque de teléfonos celulares**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

**Mejora general de los procesos para una planta de
acondicionamiento y reempaque de teléfonos celulares**


**Trabajo de investigación presentado por Christian
Alejandro Garavito Petersen para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Industrial**

Guatemala


2005


**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Visto Bueno

(f) 
Ingeniero Rodrigo Luján
Asesor

Tribunal

(f) 
Ingeniero Carlos Roberto Paredes

(f) 
Licenciado Adrián Licht

(f) 
Ingeniero Rodrigo Luján

Fecha de aprobación: Guatemala 30 de mayo 2005

RESUMEN

El proyecto de investigación se realiza en la planta de la empresa Servicel, S.A. dedicada a brindar servicios para operadores celulares. Se especializa en el soporte técnico para teléfonos celulares; así como también el de preparación de teléfonos en combos listos para vender, conocidos como Prepago.

El estudio se enfoca en esta última, específicamente en la planta. Aquí se efectúa el proceso que entrega los teléfonos Prepago. Este lo brinda para una de las operadora de servicios celulares líderes del mercado que llamaremos Telecomunicaciones, S.A. por motivos de confidencialidad.

Los teléfonos Prepago, son un paquete que incluye un celular con minutos de aire, y que el crédito se adquiere con la compra de, las llamadas, tarjetas de tiempo de aire.

La diferencia con los demás aparatos es principalmente que no se tiene un compromiso con la operadora. La venta de estos aparatos se hace por medio de distribuidores, no hay una persona de la operadora en el momento de la venta. Debido a esto, son previamente activados, el cliente al destaparlo puede usar este inmediatamente.

Para realizar esta previa programación y activación, se incurre en el proceso de reempaque y programación de teléfonos celulares.

Actualmente la demanda solicitada por la compañía de servicios celulares Telecomunicaciones, S.A. ha aumentado considerablemente debido a la introducción de nuevas tecnologías y un plan de mercadeo a gran escala; por lo que ésta es mayor a la capacidad de producción actual de la planta.

Para resolver este problema se crea una propuesta de mejora en los procesos, operaciones y distribución de la planta para la realización del proceso; aumentar la eficiencia y eficacia en la operación de la planta. Aumentando la productividad considerablemente sin incurrir en una inversión significativa.

Luego de realizar los estudios necesarios se encontró que la capacidad de producción diaria podría aumentar aproximadamente 50% con un cambio en la forma de operar. Eliminando cosas que no se utilizan en los procesos actuales de crea más espacio para el área de producción.

Índice

	Página
RESUMEN	iv
 Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
A. INGENIRÍA DE MÉTODOS	3
1. Orígenes de la empresa industrial	
B. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	5
1. Productividad	
2. Productividad y nivel de vida	
C. ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO	7
1. Simplificación del trabajo	
2. Los objetivos del estudio de métodos	
3. Procedimientos del estudio de métodos	
4. Seleccionar el trabajo a mejorar	
5. Registrar los detalles del trabajo	
6. Análisis de los detalles	
7. Desarrollo de un nuevo método para hacer el trabajo	
D. DIAGRAMAS DE PROCESOS	12
1. Registro y análisis del proceso	
2. Diagrama de Proceso	
3. Diagrama de Operación del Proceso	
4. Diagrama de Proceso de Flujo	
5. Diagrama de Recorrido	
E. MANUFACTURA ESBELTA	15

1. Pensamiento Esbelto	
2. Los cinco principios del Pensamiento Esbelto	
3. Las herramientas de Manufactura Esbelta	
III. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	23
A. HISTORIA DE LA EMPRESA	23
B. GENERALIDADES	23
1. Misión	
2. Filosofía	
3. Objetivos de la empresa	
4. Estructura de la empresa	
5. Mercado	
IV. PROCESOS PRODUCTIVO	26
A. MATERIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROCESO	26
B. ETAPAS PRINCIPALES DEL PROCESO	28
C. PERSONAL OPERATIVO	29
V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA	30
A. TIEMPOS DELAS ACTIVIDADES	31
B. DIAGRAMAS	32
1. Diagrama de Operación del Proceso Actual	
2. Diagrama de Flujo del Proceso Actual	
3. Distribución de la Planta y Diagrama de Recorrido Actual	
VI. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA	36
A. ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	38
VII. MEJORAS TEÓRICAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO	42
A. PROPUESTAS	45
B. DIAGRAMAS PROPUESTOS	49
1. Diagrama de Operación del Proceso Propuesto	
2. Diagrama de Flujo del Proceso Propuesto	
3. Distribución de la Planta y Diagrama de Recorrido Propuesto	
VII. ANÁLISIS DE INVERSIÓN	53

IX. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	55
A. CONCLUSIONES	55
B. RECOMENDACIONES	56
X. BIBLIOGRAFÍA	57

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mercado guatemalteco, existen cuatro compañías que brindan servicios celulares, siendo una de éstas, Telecomunicaciones, S.A. como llamaremos, por confidencialidad, a la empresa cliente de la empresa en estudio.

Se ha iniciado una competencia férrea entre estas compañías, incentivando la disminución de los precios de las terminales y los servicios. Haciendo que estas cuestionen su forma de operar, obligando a Telecomunicaciones, S.A. a que todas las áreas de la empresa se cuestionen sus operaciones.

La empresa subcontrata a Servicel, S.A. para realizar el proceso de acondicionamiento y reempaque de teléfonos celulares. En este proceso se tiene como objetivo final la preparación de los teléfonos Prepago. La diferencia principal diferencia con los demás aparatos es que el usuario no firma un contrato con la operadora. La venta de estos aparatos se hace por medio de distribuidores, por lo que no hay una persona de la operadora en el momento de la venta.

Por esto, son previamente activados, el cliente al destaparlo puede usar éste inmediatamente. Para realizar esta previa programación y activación, se incurre en el proceso de reempaque y programación de teléfonos celulares.

Actualmente la demanda proveniente de los clientes y a través de la operadora, ha aumentado considerablemente, lo que ha generado incumplimiento en las entregas. Ya que la demanda sobrepasa por grandes márgenes a la capacidad de producción, actualmente es de 3000 unidades diarias y la capacidad de producción de la planta es de 2000 unidades diarias. Obligando a la empresa a incurrir en costos adicionales siendo el principal el pago de horas extras. La demanda es altamente fluctuante; por lo que ha surgido la necesidad de aumentar la capacidad de producción, incurriendo en la mínima inversión posible.

Debido a lo expuesto anteriormente surge la pregunta,

¿Se puede aumentar la capacidad de producción de la planta en un 50% sin incurrir en una inversión considerable?

Para llevar a cabo este objetivo se realiza un estudio detallado de los procesos, operaciones y distribución de la planta en el la realización del proceso (acondicionamiento y reempaque de teléfonos celulares).

Usando las herramientas de ingeniería de métodos, como diagramas gráficos para la fácil observación, y haciendo un estudio de la situación actual para poder generar una propuesta de mejora que pueda satisfacer los objetivos deseados.

Para lograr esto se siguen los siguientes pasos:

- Toma de tiempos
- Elaboración de diagramas descriptivos de los procesos actuales.
- Elaboración de diagramas descriptivos de la distribución de la planta.
- Estudio para la mejora de los procesos y distribución de la planta.
- Creación de procesos propuestos.
- Creación de distribución propuesta de la planta.

II. MARCO TEÓRICO

A. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

Por definición, se establece que el objetivo de la ingeniería del trabajo es aumentar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos.

Esto, si entendemos el trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria, con el fin de producir bienes o servicios.

La productividad y los costos de producción. Los costos son establecidos o se suceden, cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel dado de productividad, entonces, cuando la productividad crece, los costos disminuyen.

Este es el objetivo final que se persigue al aplicar la ingeniería de métodos o el estudio del trabajo en las empresas.

1. Orígenes de la empresa industrial. Durante siglos, la manufactura de los productos utilizados por el hombre para su uso personal (vestido, calzado, adornos), para su casa (muebles, enseres), carruajes, etc., se hacían en trabajos de artesanía, por productores aislados o en el seno de las familias.

Posteriormente, y ya en la Edad Media, se agrupan los artesanos en gremios, uno por cada especialidad, e incluso se instalan en una misma calle. Todavía se conservan en muchas ciudades este tipo de empresas.

Como los mercaderes estaban a merced de los precios que quisieran imponerles los artesanos, y de la producción que quisieran cederles, se les ocurrió contratar artesanos, a los que entregaban las materias primas y les

pagaban por piezas producidas, creando así las primeras empresas industriales, ya que se componían de un elemento promotor, organizador y capitalista y un trabajador asalariado, simple elaborador del producto.

Hacia el año 1750, con la invención de la máquina de vapor por Jaime Watt, se inicia una nueva era en la producción industrial. Se crean entonces las primeras empresas industriales, en el moderno sentido de la palabra, y nace una clase de productores: los obreros.

Para la gran mayoría de los empresarios de aquella época, el obrero era un simple servidor de la máquina a la que había sido asignado, sin prestar la menor atención a su condición humana.

Durante muchos años, se les explotó en la jornada laboral: era común trabajar hasta doce horas diarias.

En 1824 se empiezan a dictar las primeras leyes para proteger a los trabajadores, prohibiéndose el trabajo de las mujeres y los niños en las minas.

En 1847 se reduce a diez horas la jornada de trabajo para las mujeres y los niños.

Pronto empezó la fabricación en serie y masiva de algunos productos industriales de gran consumo, esto obligó a que las fábricas crecieran a dimensiones que rebasan la capacidad económica de un solo propietario. Para conseguir los fondos necesarios, se crearon las sociedades anónimas, en las que los títulos de propiedad están representados por acciones adquiridas, en gran parte por personas modestas, con la única intención de obtener un mayor beneficio posible a cambio de su dinero.

Este sistema, si bien permitió la implantación de grandes empresas industriales, que siguen siendo la base de la industria moderna, deshumanizó el trabajo, convirtiendo a los obreros en una masa anónima que se denominaría proletariado; esta expresión adquirió pronto una aceptación humillante.

Por esa época es cuando F.W. Taylor, precursor de la racionalización del trabajo, inicia sus famosas experiencias para aumentar el rendimiento de sus trabajadores. La mecanización del trabajo le permite dividirlo y simplificarlo. Por

tanto, los oficios tradicionales quedan sustituidos por labores semiautomáticas que pueden ser realizados por personas sin oficio.

El momento era oportuno y el escenario estaba puesto para que Taylor en 1888 hiciera culminar diez años de trabajo en la Midvale Steel Company; poniendo a prueba sus métodos en la administración. Consideraba que era obligación de la administración entender a los trabajadores y sus trabajos.

A principios de este siglo, con la barata y fácil utilización de la energía eléctrica para un incontable número de aplicaciones y con el cúmulo de invenciones mecánicas y electrónicas, se produce una verdadera explosión de la producción industrial.

B. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La productividad está en el centro de las discusiones económicas actuales. Pero la idea que presenta es difícil de fijar cuando se trata de especificar su definición o de señalar procedimientos precisos para medirla numéricamente.

El motivo principal para estudiar la productividad en la empresa es poder encontrar las causas de una baja productividad, y conociéndolas, establecer las bases para incrementarla.

1. Productividad. Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. En nuestro caso el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través del insumo, con productividad de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas. Sobre éstos es donde la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y en esa forma reducir los costos de producción.

Para aumentar los índices de productividad, se parte de la idea que un índice de productividad se puede determinar a través de la siguiente relación, teóricamente existen tres formas de aumentar índices de productividad:

- Aumentando el producto y manteniendo el mismo insumo.
- Reduciendo el insumo y manteniendo el mismo producto.
- Aumentando el producto y reduciendo el insumo simultánea y proporcionalmente.

Así, podemos darnos cuenta que la productividad (cociente) aumentará en la medida en que nosotros logremos incrementar el numerador, o sea incrementando el producto físico; también aumentará si disminuimos el denominador, es decir reduciendo el insumo físico.

2. Productividad y nivel de vida. Es evidente que cuanto más alto sea la productividad, es decir, mayor producción a igualdad de elementos productores (capital, máquinas, obreros, etc.), más económica resultará y mayores serán los beneficios que obtendrán.

Estos beneficios deben repetirse entre los elementos productores y los consumidores. Una parte irá a los obreros, que deben ganar más cuando más aumente su productividad. Otra irá a los empresarios, que deben ganar más con relación a lo que inviertan y promuevan la productividad. Por otra parte, debe beneficiarse al consumidor, abaratando la producción, lo que traerá como consecuencia un aumento en la venta de los productos fabricados.

Por tanto, un aumento de la productividad logrará que los obreros, al ganar más y disponer de más dinero, podrán gastar más elevando su nivel de vida y ahorrar para hacer inversiones en empresas industriales. Las empresas, al obtener mayores beneficios podrán, aún reservándose mayores utilidades, dedicar parte de ellos a los consumidores, bajando los precios de sus productos, y otra parte a mejorar sus instalaciones, lo que hará aumentar aún más la productividad. Al venderse los artículos a precios más bajos, quedarán al alcance de mayor número de consumidores que podrán adquirirlo. Con este aumento el nivel medio de vida general de la población.

En resumen, una mejora en la productividad genera una riqueza marginal, cuyo efecto multiplicador se traduce en una elevación continua e incontenible del nivel general de vida.

C. ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos, origina incrementos en la productividad, partiendo de las premisas de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución. Se puede efectuar un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, la cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos.

1. Simplificación del trabajo. Antes que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la producción era escasa y no cubría las necesidades de un número de consumidores cada día más grande. Esto se debía en gran parte al método manual de producción que era lento y rudimentario, lo que originó que algunos hombres de ingenio se pusieran a pensar en métodos nuevos de producción.

Con el tiempo desarrollaron máquinas que suplían como enorme ventaja aquellos que tenían la habilidad para hacer un determinado artículo.

Con la invención de los nuevos métodos de producción, de hecho se simplificó el trabajo de los artesanos y al mismo tiempo se benefició todo el público, al poder adquirir artículos en mayor cantidad y precios bajos. El número de centros productivos se extendió, aumentando así las fuentes de trabajo y la oportunidad para muchos de sentirse útiles a la sociedad.

Sin embargo, en tanto que los métodos de producción se mejoraban cada día, no sucedía lo mismo con los métodos administrativos que con el tiempo se hacían inútiles para resolver una gran cantidad de problemas originados dentro de las propias fábricas.

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo buscando como resultado la simplificación del mismo. Siempre que se trate de simplificar el trabajo, tendrá que ser necesario el cambiar el método de trabajo porque no es solamente la habilidad con que un operario cuenta para realizarlo, lo que señala su índice de productividad.

Todo nuevo método a pesar de ser más fácil, parece a primera vista más difícil, esto se debe a que es necesario un cambio en la habilidad del trabajador hasta que éste se acostumbre y tome un nuevo ritmo normal de trabajo.

2. Los objetivos del estudio de métodos. La meta de perfeccionar los procesos de trabajo se divide en varios objetos: mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el diseño del equipo e instalaciones. Por otro lado, economizar el esfuerzo humano para reducir la fatiga e innecesaria, además de ahorrar en el uso de materiales, máquinas y mano de obra. Igualmente, aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo, a fin de más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño de labores. ¿Por qué insistir tanto en el perfeccionamiento de los métodos de trabajo?

En la mayor parte de las empresas han pasado desapercibidos durante mucho tiempo los desperdicios; se ignoraban por completo, o sólo se percibían cuando saltaban a la vista o cuando eran de magnitud extraordinaria.

3. Procedimientos del estudio de métodos. Se estableció que, sin eliminar otros medios para obtener mejoras, la simplificación busca las innovaciones deducidas analíticamente por medio de un método sistemático de ataque.

Este método al que nos referimos consta de los siguientes pasos: seleccionar el trabajo, registrar los detalles del mismo y analizar estos detalles.

Desarrollar un nuevo método para hacer la tarea y adiestrar los operarios en el nuevo método para poder aplicarlos.

4. Seleccionar el trabajo a mejorar. Como no pueden mejorarse al mismo tiempo todos los ciclos de trabajo de la empresa, la primera cuestión que debe resolverse es con qué criterio debe seleccionarse el trabajo a estudiar.

La selección puede hacerse:

- Desde el punto de vista humano. Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes. Los más peligrosos en los que se manipulen sustancias tóxicas para hacerlos más seguros y más llevaderos.

- Desde el punto de vista económico. En segundo lugar, se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor presente un alto porcentaje sobre el costo del producto terminado, ya que las mejoras que se introduzcan, por pequeñas que sean, serán más interesantes económicamente que grandes mejoras aplicadas a otros trabajos de valor inferior.

Se elegirán también los trabajos de gran repetición, pues por poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable en conjunto. Y dentro de los trabajos repetidos, se deben preferir a los de larga duración, los que ocupen máquinas de mayor valor, o manejadas por operarios mejor pagados.

- Desde el punto de vista funcional del trabajo. Finalmente, se seleccionarán los trabajos que sean cuellos de botella y retrasen el resto de la producción. También los trabajos claves de cuya ejecución dependen otros.

5. Registrar los detalles del trabajo. Para poder mejorar un trabajo es necesario saber exactamente en qué consiste y excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se conocen todos los detalles y por la observación directa se registran sin confiarse en la buena memoria. En este registro los detalles deben redactarse en forma clara y concisa.

No hay que perder de vista que el registro de todos los hechos y detalles del trabajo se hace con el fin de analizarlos y no sólo por obtener una historia o cuadro de cómo se están haciendo las cosas. Por tanto, el registro debe estar en forma tal que facilite el análisis; además, como los trabajos que se pueden

seleccionar en una industria son procesos un operaciones, ya existen formas especiales diseñadas según el tipo de trabajo.

Para el registro del proceso de fabricación, se usan los diagramas de proceso de operaciones; los de procesos de flujo de recorrido y los hilos. Para el registro de las relaciones hombre-máquina en las estaciones de trabajo, se utilizan las formas llamadas diagramas hombre-máquina y de proceso de grupo (cuadrillas); para registrar las operaciones que ejecutan los trabajadores se usa el diagrama de proceso bi manual (mano izquierda-mano derecha).

6. Análisis de los detalles. Una vez registrados todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlos para ver qué acciones se pueden tomar.

Para poder analizar un trabajo en forma completa, el estudio de métodos utiliza una serie de preguntas que deben aplicarse en cada detalle con el objeto de justificar la existencia, el lugar, el orden, la persona y la forma en que se ejecutan.

Las preguntas mencionadas y su forma de usarlas son las siguientes:

¿Por qué se hace cada detalle? ¿Para qué sirve cada detalle?

Las respuestas a estas dos preguntas no justifican el propósito de cada detalle; esto es, nos viene a decir la razón de su existencia. Si estas preguntas no pueden contestarse razonablemente, no es necesario seguir analizando el detalle, pues es ilógico pensar que si no se justifica su existencia sí pueden justificarse las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el detalle.

Suponiendo que estas preguntas por qué y para qué pudieran contestarse razonablemente, el siguiente paso es cuestionarse ¿Dónde debe hacerse el detalle? ¿Cuándo debe hacerse el detalle? ¿Quién debe hacer el detalle?

La pregunta dónde lleva a pensar y a investigar si el lugar, la máquina, etc., en que se hace el trabajo es la más conveniente.

La pregunta cuándo conduce a investigar el tiempo, es decir, si el orden y la secuencia en que se ejecutan los detalles son los más adecuados.

La pregunta quién hace pensar e investigar si la persona que está ejecutando el detalle es la más indicada.

Después de haber tratado de justificar el lugar, secuencia y persona, se debe tratar de justificar que la forma en que se está haciendo el detalle es la más correcta. Por lo tanto, debe contestarse la pregunta.

¿Cómo se hace el detalle? Esta pregunta llevará a buscar una mejor forma de hacerlo.

Esta serie de preguntas proporciona la forma de sistematizar la actitud inquisitiva característica del estudio de método.

Sin embargo, es muy difícil que la persona encargada del análisis conozca todas las respuestas. Así que aquí es donde interviene otra de las características de la simplificación, que es la de tener una mentalidad abierta y receptiva para toda aquella información que pueda obtener, ya sea mediante la observación o la comunicación.

7. Desarrollo de un nuevo método para hacer el trabajo. Para desarrollar un mejor método para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas. Las respuestas conducen a tomar las siguientes acciones:

- **Eliminar.** Si las primeras preguntas por qué y para qué no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.
- **Cambiar.** Si las respuestas a las preguntas cuándo, donde y quién pueden lograr que cambien las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo. Es decir, a buscar un lugar más conveniente, un orden más adecuado o una persona más capacitada.
- **Cambiar y reorganizar.** Si se tuvo la necesidad de cambiar algunas de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente surgirá la necesidad de cambiar algunos detalles y organizarlos para obtener una secuencia más lógica.

- **Simplificar.** Todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta cómo, llevará a simplificar la forma de ejecución.

D. DIAGRAMAS DE PROCESOS

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste y, excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Por tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos.

1. Registro y análisis del proceso. Con el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

Para lograr este propósito, la simplificación del trabajo se ayuda de dos diagramas, que son el diagrama del proceso y el diagrama de flujo o circulación.

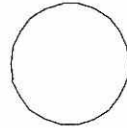
2. Diagrama de Proceso. Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tiene lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

a. Operación. Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está cerrando o agregando algo o se está preparando para otra operación.

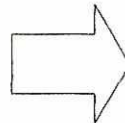
Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.

Símbolo:



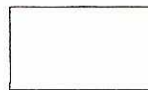
b. Transporte. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

Símbolo:



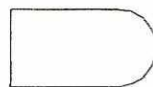
c. Inspección. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.

Símbolo:



d. Demora. Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.

Símbolo:



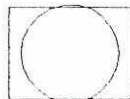
e. Almacenaje. Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Símbolo:



f. Actividad combinada. Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades se combinan.

Símbolo:



3. Diagrama de Operación del Proceso. Un diagrama de operación del proceso es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y el orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales, puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos del diagrama de operación del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudia las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto es con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en la relación unas con otras dentro del mismo proceso.

4. Diagrama de Proceso de Flujo. Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los trasporte, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancias recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Los objetivos son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca. Igualmente para comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y recoger operaciones para su estudio detallado.

5. Diagrama de Recorrido. El diagrama de recorrido es una modalidad del diagrama del proceso del recorrido y se utiliza para completar el análisis del proceso. Se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso levantando. Utilizando para ello los mismos símbolos empleados en el diagrama del proceso de recorrido.

E. MANUFACTURA ESBELTA? = *slim = litida*

Manufactura Esbelta son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

1. Pensamiento Esbelto. La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

2. Los cinco principios del Pensamiento Esbelto

1) Define el valor desde el punto de vista del cliente. La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

2) Identifica tu corriente de valor. Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

3) Crea flujo. Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4) Produzca el "jale" del cliente. Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por ordenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo

5) Persiga la perfección. Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

3. Las herramientas de Manufactura Esbelta

a. **5'S.** Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta. Las 5'S son:

Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri

Ordenar: Seiton

Limpieza: Seiso

Estandarizar: Seiketsu

Disciplina: Shitsuke

1) Clasificar (seiri). Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamado "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

2) Ordenar (seiton). Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"

3) Limpieza (seiso). Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI (defecto). Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

4) Estandarizar (seiketsu). El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

5) Disciplina (shitsuke). Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejor calidad de vida laboral

b. Justo a Tiempo. Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo

Los 7 pilares de JIT son:

- 1) Igualar la oferta y la demanda
- 2) El peor enemigo: el desperdicio
- 3) El proceso debe ser continuo no por lotes
- 4) Mejora Continua
- 5) Es primero el ser humano
- 6) La sobreproducción = ineficiencia
- 7) No vender el futuro

c. Sistema de jalar. Es un sistema de producción donde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno.

En la orientación "pull" o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido.

d. Kanban. Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

e. Mantenimiento Productivo Total (TPM). Sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa, "cero accidentes, cero defectos y cero fallos"

Mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo

Participación de todas las personas de la organización

Mejorar la efectividad global de las operaciones

Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas

Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas

Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes

Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas

Reducción de los costos de mantenimiento

Mejora de la calidad del producto final

Pilar 1: Mejoras enfocadas (Kaizen)

Pilar 2: Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen)

Pilar 3: Mantenimiento progresivo o planificado (Keikaku Hozen)

Pilar 4: Educación y formación

Pilar 5: Mantenimiento temprano

Pilar 6: Mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen)

Pilar 7: Mantenimiento en áreas administrativas

Pilar 8: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente

Pilar 9: Especiales (Monotsukuri)

f. Producción nivelada (Heijunka). "Haga llano y nivelado". La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

g. Verificación de proceso (Jidoka). Verificación en el proceso, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se refiere a la verificación de calidad integrada al proceso.

h. Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke). Es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. Interruptores, sensores.

Son simples y baratos.

Son parte del proceso.

Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

i. Cambio rápido de modelo (SMED). "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito". Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Facilitar los pequeños lotes de producción, alcanzar el tamaño de lote a 1.

1. Eliminar el tiempo externo (50%)
2. Estudiar los métodos y practicar (25%)
3. Eliminar los ajustes (15%)

j. Mejora continua (Kaizen). "Cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo". Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. Se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "muda", en cualquiera de sus seis formas.

III. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A. HISTORIA DE LA EMPRESA

Inicia labores el 24 de noviembre de 1999, para el mes de diciembre el centro de servicio estaba completamente equipado con todas las herramientas necesarias para realizar las labores en óptimas condiciones.

A partir del 15 de enero del 2000 se inició operaciones con la primera operadora de telefonía celular con el servicio de soporte técnico en reparación de celulares, también se presta este servicio a todas las operadoras del país.

Actualmente también se realiza los servicios de acondicionamiento y reempaque para una de estas operadoras.

Es una filial de Domita Corporation la cual brinda respaldo a nivel internacional ya que es una empresa dedicada a la instalación de infraestructura de redes, software, etc.

B. GENERALIDADES

Servicecel Guatemala, S.A. cuenta en la actualidad con varias certificaciones otorgadas por los fabricantes, después de una supervisión de cada uno de ellos, manteniendo las normas internacionales de calidad y los diferentes requerimientos de cada fabricante se puede decir que se está certificado por:

Nokia, Kuocera, Samsung, Hyundai, Siemens.

Además de la certificación y lo que esto conlleva se llevan a cabo, en forma regular y por todos los fabricantes, auditorías para determinar si se mantiene y cumple con los estándares de calidad establecidos y manejo de garantías.

Se cuenta con los servicios de soporte técnico para las diferentes marcas de teléfonos celulares.

Así como con los servicios de reempaque y acondicionamiento de teléfonos celulares.

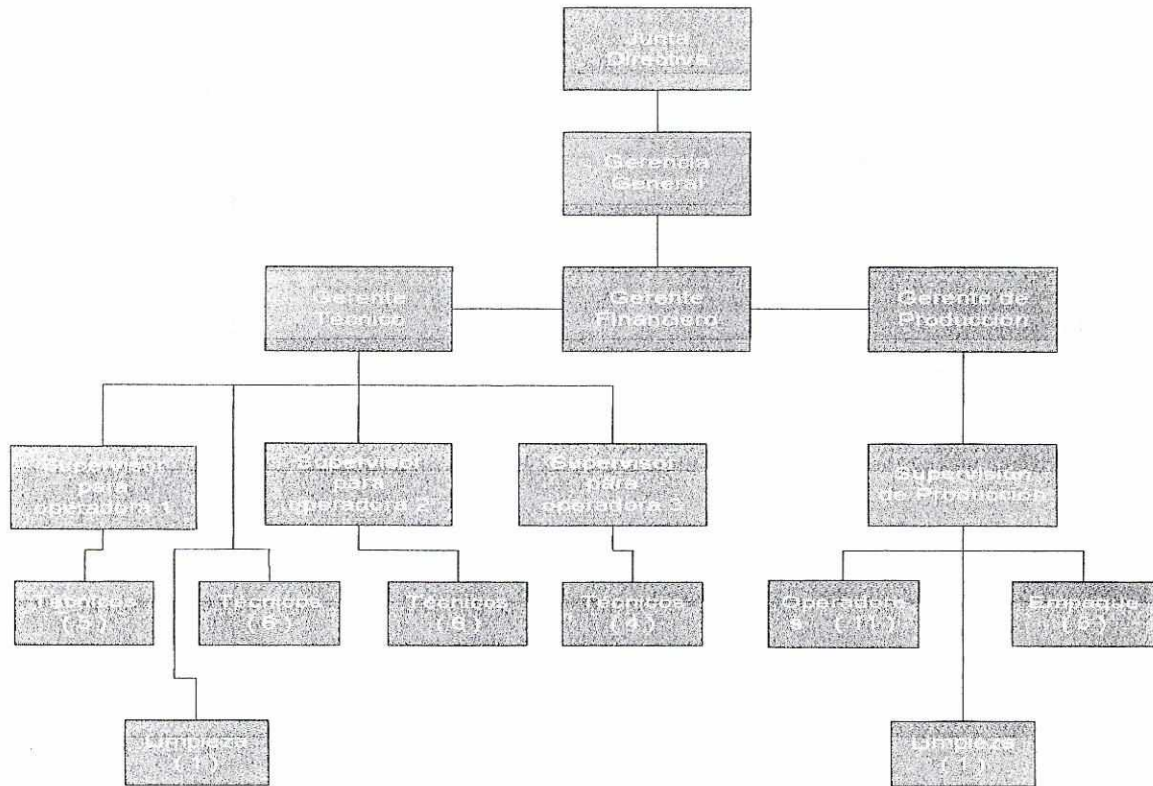
1. Misión. Somos una organización especializada en brindar soluciones y desarrollo para aumentar la productividad, eficiencia y calidad de las empresas, basándonos en un equipo humano capacitado y dotado de avanzada tecnología para ofrecer un excelente servicio.

2. Filosofía. Nosotros podemos ayudar a su negocio telefónico y su infraestructura a ser más productivo.

3. Objetivos de la empresa. Ser la empresa líder en el mercado centroamericano tanto en soporte técnico como en servicios de reempaque y acondicionamiento de teléfonos celulares.

4. Estructura de la empresa. El organigrama de la empresa es el siguiente:

Organigrama Servicel, S.A.



5. Mercado. El mercado está compuesto por todos los operadores de telefonía celular en el país. Con mira en el mercado centroamericano así como distribuidores de teléfonos celulares dentro y fuera del país.

IV. PROCESO PRODUCTIVO

La finalidad del proceso es la preparación de los teléfonos prepago. Los teléfonos Prepago, son un paquete que incluye un celular con minutos de aire, y que el crédito se adquiere con la compra de las llamadas tarjetas de tiempo de aire.

La diferencia con los demás aparatos es principalmente que no se tiene un compromiso con la operadora, por lo que estos se venden con su valor total a los clientes. Los combos se venden por medio de distribuidores, debido a eso no hay una persona de la operadora en el momento de la venta.

Por esto, son previamente activados, el cliente al destaparlo puede usar este inmediatamente.

Para realizar esta previa programación y activación, se incurre en el proceso de reempaque y programación de teléfonos celulares.

Este proceso consta tanto de programar los teléfonos; asignarles un número y activarlos; empacar los teléfonos con el empaque deseado por la operadora; así como la introducción de cualquier tipo de material promocional u otra índole solicitado por la telefónica.

A. MATERIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROCESO

1. Teléfonos celulares. Son teléfonos comprados directamente a los fabricantes. Por lo que se encuentran en el estado enviado por el fabricante. El teléfono incluye la terminal junto con sus accesorios, como lo son batería, cargador y otros; dependiendo de la marca y modelo. Todo se encuentra dentro de la caja original.

Suministrado por la operadora.

2. Tarjetas SIM. Es una tarjeta, aproximadamente del tamaño de una tarjeta de crédito. En esta tarjeta se encuentra el SIM, que es un chip en el cual se introducen los datos de la línea.

En esta tarjeta se encuentran impresos cuatro códigos, los cuales son necesarios para el usuario final. Así como un código llamado ICC necesario por la operadora para brindar el servicio.

Suministrado por la operadora

3. SIM. Es un chip el cual contiene los datos de la línea, es la información necesaria por el teléfono para funcionar con la red de la operadora. Adicionalmente éste tiene una memoria que permite guardar información personal del usuario. Este chip se introduce en el teléfono para hacerlo funcionar.

Suministrado por la operadora

4. Folleto. Es un folleto brindado por la operadora, el cual contiene información que la telefónica crea pertinente. Dentro de este se pega la tarjeta SIM, para que el usuario pueda guardarla debido a los códigos en ella impresos.

Suministrado por la operadora

5. Etiquetas de empaque

Etiquetas que sellan la caja con el logo de la compañía, como garantía para el cliente.

Suministrado por la operadora

6. Papel termoencogible. Es el papel del cual se hacen bolsas, las cuales cubren la caja para un sellado final.

Adquirido por Servicel, S.A.

B. ETAPAS PRINCIPALES DEL PROCESO

1. Escaneo. Se escanea los IMEI (número de identificación) de un lote de teléfonos. Para que estos estén disponibles a los operarios en una base de datos del programa principal.

2. Programación. En esta etapa se le asigna al programa el IMEI del teléfono el ICC de la SIM, a un número telefónico dado previamente por la operadora. Esto se carga en el programa principal.

3. Impresión. En esta etapa se imprimen dos etiquetas, una que irá pegada al teléfono, con el número telefónico, y otra a la caja, con el número telefónico, IMEI e ICC.

4. Revisión. Se inspecciona que los datos de las etiquetas coincidan con los datos de IMEI, ICC y número telefónico.

5. Revisión final. Se introduce el folleto e inspecciona que el contenido del teléfono esté completo.

6. Empaque. Se sellan las cajas con las etiquetas, y luego con las bolsas de papel termoencogible, para sellar todo el paquete.

7. Envío a activación. Se envía un archivo a la operadora con los números de teléfonos, IMEI e ICC asignados, para que esta los active.

C. PERSONAL OPERATIVO

1. Personal de programación. Es el personal operativo, son ocho ya que se cuenta con ocho estaciones y existe uno por estación.

8 personas

2. Personal de empaque. Son los encargados de realizar el empaque de los combos.

5 personas.

3. Personal de bodega. Son los encargados de estivar la mercadería. También realizan el escaneo principal y final del producto.

3 personas.

4. Supervisos de producción. Es la persona encargada de supervisar al personal operativo.

1 persona

5. Encargado de la planta. Es la persona de llevar el control general de planta, se encarga de todo lo administrativo así como de la operación de ésta.

1 persona

V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

La bodega central de la operadora se encuentra a 50 metros de la planta de producción. Por lo que el envío de teléfonos es relativamente rápido. El lote de teléfonos se traslada desde la bodega, al área de producción. Allí se escanean los IMEI del lote entero de teléfonos, para luego ser distribuidos en ocho estaciones. En cada una de éstas es escaneado el IMEI de cada terminal, el programa brinda el número de teléfono que se asigna a la terminal, también se escanea el ICC del SIM que se le asignará al teléfono y se introduce en el programa. No se pasa al siguiente paso hasta que todas las terminales están escanadas.

Luego se imprimen las etiquetas para cada teléfono. Son dos etiquetas por teléfono, una en la que está impreso el número telefónico y otra en la que está impreso el IMEI, el ICC y el número telefónico. Estas se pegan temporalmente en la parte externa de la caja. De igual forma, para comenzar la otra etapa se debe de esperar la impresión de todas las etiquetas y que estas sean pegadas en las cajas.

Después los operarios cambian de estaciones. Aquí se escanea el ICC en la etiqueta y se realiza una inspección visual de los datos presentados por el programa y los datos reales. Se despega el SIM de la tarjeta y se introduce en la terminal, se pega la etiqueta con el número telefónico en la terminal, se introduce la terminal y la tarjeta dentro de la caja.

Se cambian nuevamente de estación los operarios. Se abre la caja y se arma el folleto, se pega la tarjeta en el folleto, luego se introduce el folleto en la caja. Se hace una revisión visual final y se firma de revisado.

Se trasladan las cajas a empaque, aquí se pegan las etiquetas de empaque y garantía, introduciéndose la caja dentro de una bolsa previamente armada. Se sella la bolsa y abren agujeros en la bolsa, luego se introduce las cajas en la termoencogedora. Del cajón de recepción se toman y se introducen en las cajas grandes originales.

Se trasladan a la bodega de producto terminado, allí se escanean todas las terminales y se estiban.

Luego se envía el archivo generado a la operadora, esta activa los números allí especificados, para que el cliente pueda usar la terminal inmediatamente después de la compra.

Actualmente la planta tiene una capacidad histórica de 2000 teléfonos diarios. La operadora está demandando 3000 teléfonos diarios por la que no supe adecuadamente la demanda.

A. TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES

Los tiempos se tomaron con observación directa durante un día normal de trabajo. Se tomaron durante la mañana a las 9:00 am y luego por la tarde a las 4:00 pm. Para luego ser promediados.

Estos se muestran en la tabla siguiente.

Tiempos del proceso actual

Empresa: Servicel, S.A.

Proceso: Acondicionamiento y Reempaque

Autor: Christian Garavito

Descripción	Tiempo (segundos)
Escaneo de teléfonos	2.44
Traslado de teléfonos a 8 estaciones	120
Escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM	14
Escribe número telefónico en la caja	4
Se introduce tarjeta SIM en la caja	2
Se imprimen las etiquetas	9
Pega etiquetas en parte externa de caja	10
Espera de terminación de otras unidades	39
Cambio de estación de operarios	180
Escaneo de ICC en etiqueta	4
Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico	8
Despega SIM de la Tarjeta e introduce en la terminal	15
Pega etiqueta con No telefónico a la terminal	11
Introduce Tarjeta y Terminal y se cierra la caja	5
Espera de otras unidades	43
Cambio de estación de operarios	180
Abre caja y arma Folleto	13
Introduce Folleto en caja	2
Inspección y firma de revisado	8
A empaque	5
Pega etiquetas de empaque y garantía	8
Elaboración de bolsa	10
A empaque	9
Introduce caja en bolsa	3
Sella bolsa y se abre agujeros	6
Introduce en termoencogedora	7
Toma de cajón de recepción e introduce en cajas grandes originales	5

B. DIAGRAMAS

A continuación se muestran los diagramas que describen el proceso, con los cuales se puede determinar la forma en que se están repartiendo las actividades.

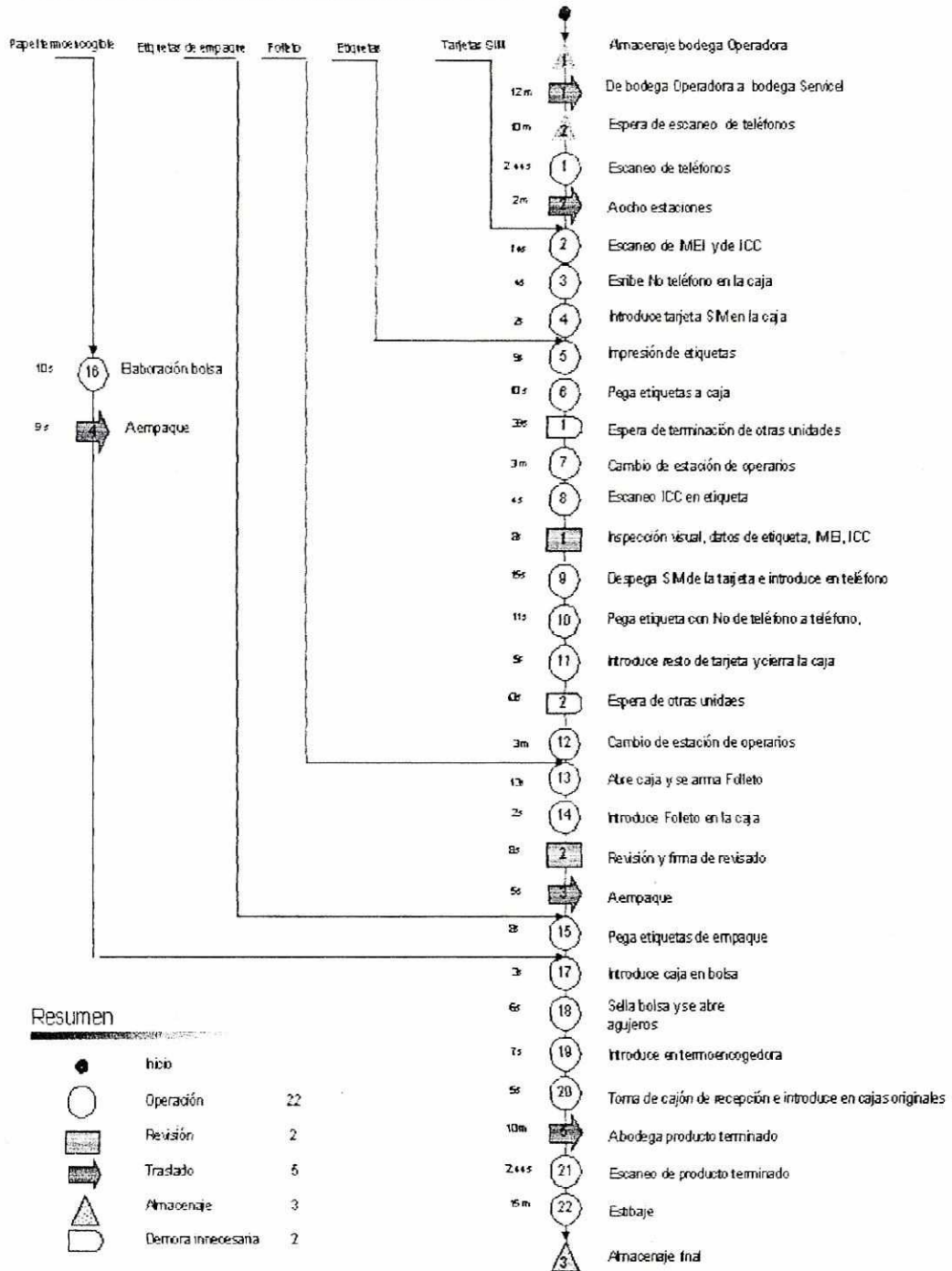
Son una herramienta para poder determinar si existen tiempos muertos a lo largo del proceso

1. Diagrama de Operación del Proceso

Diagrama de Operación del Proceso D.O.P.

Empresa: Servitel, S.A.
 Proceso: Fullfilment
 Autor: Christian Garavito

Método: Actual



2. Diagrama de Flujo actual

Diagrama de Flujo Actual

Empresa : Servicel, S.A.

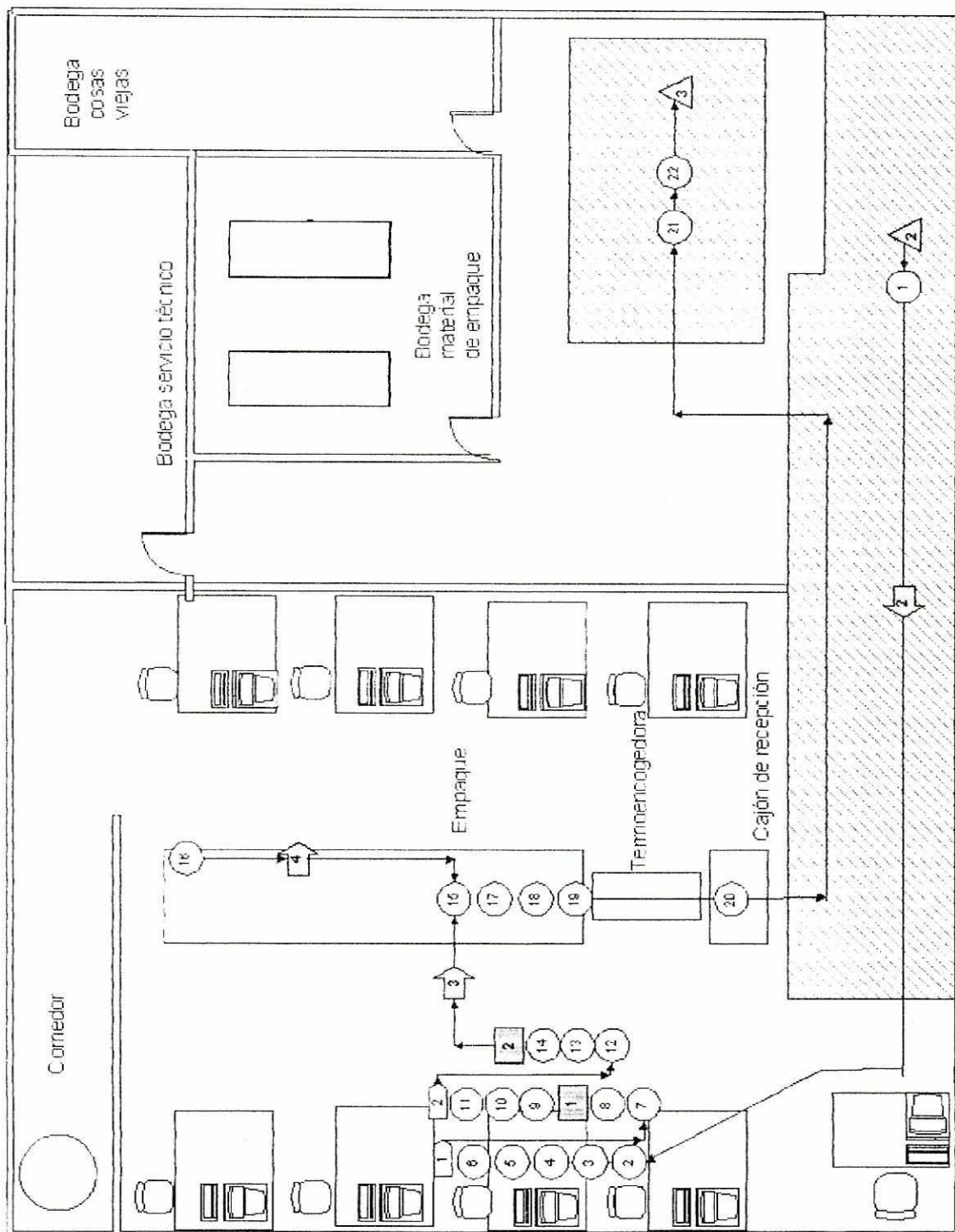
Proceso : Acondicionamiento y Reempaque

Autor : Christian Garavito

No	○	□	◻	⇒	▷	△	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1						●	Almacenaje en bodega de la operadora		
1						●	Transporte teléfonos de bodega de la operadora a la planta	100	
2						●	Almacenaje en bodega de la planta		
1	●						Escaneo de teléfonos		2.44
2						●	Traslado de teléfonos a 8 estaciones	3	120
2	●						Escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM		14
3	●						Escribe número telefónico en la caja		4
4	●						Se introduce tarjeta SIM en la caja		2
5	●						Se imprimen las etiquetas		9
6	●						Pega etiquetas en parte externa de caja		10
1						●	Espera de terminación de otras unidades		39
7	●						Cambio de estación de operarios		180
8	●						Scaneo de ICC en etiqueta		4
1	●						Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico		8
9	●						Despega SIM de la Tarjeta e introduce en la terminal		15
10	●						Pega etiqueta con No telefónico a la terminal		11
11	●						Introduce Tarjeta y Terminal y se cierra la caja		5
2						●	Espera de otras unidades		43
12	●						Cambio de estación de operarios		180
13	●						Abre caja y arma Folleto		13
14	●						Introduce Folleto en caja		2
2						●	Inspección y firma de revisado		8
3						●	A empaque	2	5
15	●						Pega etiquetas de empaque y garantía		8
16	●						Elaboración de bolsa		10
4						●	A empaque	2	9
17	●						Introduce caja en bolsa		3
18	●						Sella bolsa y se abre agujeros		6
19	●						Introduce en termoencogedora		7
20	●						Recepción e introduce en cajas grandes originales		5
5						●	A bodega producto terminado	4	
21	●						Escaneo producto terminado		
22	●						Estibaje		
3						●	Almacenaje final		
Total								111	722.44

Resumen	Operación	○	22
	Inspección	□	2
	Operación e Inspección	◻	0
	Transporte	⇒	5
	Demora	▷	2
	Almacenaje	△	3

3. Distribución de la Planta y Diagrama de Recorrido actual



VI. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

Actualmente la forma de trabajar en la planta es por destajo, ya que un operario maquila la mayoría del producto y luego cambian de estaciones para hacer revisiones del trabajo de otro operario y hacer otra parte del proceso y un cambio nuevamente.

Esta es una forma de trabajar en la cual los trabajadores obtienen mayor satisfacción laboral ya que prácticamente hacen el producto. Pero debido al deseo de aumentar la productividad de la planta, esta forma de operar no es recomendada.

Debido a esto se crean dos grandes demoras, una de éstas es luego de la impresión de etiquetas, ya que el primer teléfono en salir de este proceso debe esperar al último. Y la otra demora es luego de la revisión, que de igual forma estos se quedan parados en espera de la terminación del último del lote.

Se trabaja por lotes de 500 teléfonos, el estudio de tiempos se hizo tomando en cuenta esto.

Se empieza a trabajar a las 8:00 AM, el ritmo de trabajo es el siguiente:

Se escanea el primer lote de teléfonos, 20.3 minutos por cada 500 teléfonos o 2.44 segundos por cada teléfono.

Se divide el lote en ocho partes y se transporta a las ocho distintas estaciones de trabajo, este traslado toma 2 minutos o 120 segundos.

Luego se hace el primer escaneo 14s, escribe No telefónico 4s, introduce SIM en caja 2s, impresión de etiquetas 9s, pega de etiquetas a caja 10s; un total de 39 segundos por cada teléfono. Pero como no se pasa a la siguiente tarea hasta que se termine con el último teléfono. Si a cada estación se le asignan 62 teléfonos, el primero debe esperar 2418 segundos 40.3 minutos y el último debe esperar 0 segundos, por lo que si promedia la espera es de 39 segundos por teléfono, creando una demora innecesaria.

Después el cambio de estación por parte de los operarios tarda 180 segundos ó 3 minutos.

Se sanean ICC 4s, una inspección visual 8s, Despega SIM e introduce en teléfono 15s, pega de etiqueta con No telefónico a teléfono 11s, se introduce resto de tarjeta y cierra la caja 5s. Para un total de 43 segundos por teléfono, por lo que por que existe una espera de 43 segundos por teléfono.

Otro cambio de estación de 180 segundos.

Abre caja y arma folleto 13s, introduce folleto en caja 2s, revisión y firma de revisado 8s; para un total de 23 segundos por teléfono.

Se traslada a empaque 5s, se pegan las etiquetas 8s, introduce caja en bolsa 3s, sella bolsa y abre agujeros 6s; Para un total de 22 segundos por teléfono.

Luego se introduce en la termoencogedora 7s y se toma de recepción e introduce en cajas originales 5s.

Si se toma la etapa más lenta como determinante del ritmo de producción tenemos que de la operación ocho a la demora 2 existe un total de 86 segundos por teléfono. Entonces la capacidad de producción es :

$$1 \text{ teléfono} / 86 \text{ segundos} * 60 \text{ segundos} / 1 \text{ minuto} * 60 \text{ minutos} / 1 \text{ hora} =$$

Lo cual da por estación 41.86 teléfonos por hora.

Si la jornada laboral es de ocho horas y se aplican suplementos del 10%, quedan 7.2 horas. Y descartando el almuerzo 30 minutos; tenemos un tiempo real de producción de 6.7 horas.

Si se toma el tiempo antes de llegar a la etapa más lenta y el tiempo después de esta etapa se tiene un tiempo de 1852 segundos o 30.86 minutos, por lo que se tiene un tiempo efectivo de 6.2 horas.

Se tiene 6.2 horas reales de producción se obtiene que por cada estación se producen al día 259.53 combos. Y se cuenta con ocho estaciones, se obtienen 2076 teléfonos diarios.








Lo cual no diverge demasiado de la capacidad máxima histórica de 2000 combos por día.













Se hace notar que existen cinco personas para realizar el empaque, aún siendo las operaciones de esta etapa bastante rápidas. Esto se debe a que como el proceso no es fluido, los operarios entregan este hasta que terminan el último teléfono del lote, al personal empaque. Por lo que tienen menos tiempo para realizar esta tarea, y por esta razón son tantas personas.

A. ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN

Análisis de la situación actual de la planta

Empresa Servicel, S.A.
 Proceso Acondicionamiento y reempaque
 Autor Christian Garavito

No	Operación	Análisis de la operación
1	 Almacenaje en bodega de la operadora	Almacenaje de en la bodega central de la operadora
1	 Teléfonos de bodega de la operadora a la planta	Traslado de la bodega central de la operadora hacia la bodega de la planta de producción de Servicel, S.A.
2	 Almacenaje en boga de la planta	Almacenaje en la bodega de la planta de producción
1	 escaneo de teléfonos	Se escanean los teléfonos para introducirlos a la base de datos del programa principal, y estén disponibles para los operarios.
2	 Traslado de teléfonos a ocho estaciones	Se divide el lote en ocho partes, y se reparte en las ocho estaciones disponible
2	 escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM	Se escanea el IMEI de la terminal, el programa muestra el número telefónico asignado, y luego se escanea el ICC del SIM para que el programa lo asigne
3	 Escritura de número telefónico en la caja	Se escribe número telefónico en la caja, para tener una referencia

4		Introducción de tarjeta SIM en la caja	Se introduce tarjeta SIM en la caja, en esta se encuentra el chip SIM.
5		Impresión las etiquetas	Se imprimen 2 etiquetas, una en la que se encuentra el número telefónico y otra en la cual se encuentran el IMEI, ICC y número telefónico. Una etiqueta se pegará en la terminal y otra en la caja.
6		Pega etiquetas en parte externa de caja	Se pega etiquetas en parte externa de caja temporalmente, esperando para ser revisados
1		Espera de terminación de otras unidades	Espera de terminación de otras unidades, ya que no se pasa a la otra parte del proceso hasta que no se termine con todo el lote.
7		Cambio de estación de operarios	Cambio de estación de operarios, para que sea otro operario el que haga una revisión.
8		escaneo de ICC en etiqueta	Se escanea el ICC en etiqueta, y el programa despliega el número telefónico y el IMEI
1		Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico	Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico; todo esté correcto
9		Despega SIM de la tarjeta e introduce en la terminal	Despega SIM de la tarjeta e introduce en la terminal
10		Pega etiqueta con No telefónico a la terminal	Pega etiqueta con No telefónico a la terminal
11		Introducción de tarjeta y terminal y se cierra la caja	Introduce tarjeta y terminal y se cierra la caja
2		Espera de otras unidades	Espera de otras unidades, ya que no se pasa la siguiente parte del proceso si no se termina el lote
12		Cambio de estación de operarios	Cambio de estación de operarios, para que sea otro operario el que haga una revisión.

13		Abre caja y arma folleto	Abre caja y arma folleto
14		Introducción de folleto en caja	Introduce folleto en caja
2		Inspección y firma de revisado	Se hace una inspección del contenido de la caja y firma de revisado
3		A empaque	A empaque
15		Pega etiquetas de empaque y garantía	Pega etiquetas de empaque y garantía
16		Elaboración de bolsa	Se elabora la bolsa con papel termoencogible con anterioridad.
4		A empaque	A empaque
17		Introducción de caja en bolsa	Introduce caja en bolsa
18		Sella bolsa y se abre agujeros	Sella bolsa y se abre agujeros, para que la bolsa al encogerse que perfectamente ajustada.
19		Introducción en termoencogedora	Introduce en termoencogedora
20		Recepción de teléfonos en cajón e introduce en cajas grandes originales	Toma de cajón de recepción e introduce en cajas grandes originales para aprovechar al máximo los recursos
5		A bodega producto terminado	A bodega producto terminado

21	○	escaneo producto terminado	escaneo producto terminado, para control de unidades terminadas.
22	○	Estibaje	Estibaje
3	△	Almacenaje final	Almacenaje final

VII. MEJORAS TEÓRICAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO

La forma actual de operar, se basa en que cada operario trabaja en su totalidad un lote de teléfonos. Como se mencionó con anterioridad esto crea mayor satisfacción por parte de estos. Pero crea demoras significativas en la realización del proceso.

Para aumentar la producción diaria, incurriendo en la mínima inversión, es necesario un cambio.

Al observar los diagramas se hacen constar dos demoras significativas, que hacen que el producto no fluya. Esto es debido a la forma actual de operar, ya que como cada operario hace la mayoría de las operaciones para un lote determinado. Luego cambiando éste de estación para hacer revisiones del lo hecho por otro operario.

Esto crea que el primer teléfono en salir de una etapa, deba esperar al último en salir de ésta, para poder seguir en el proceso. Por lo que se crean estas demoras.

Por lo que se encuentra como la mejor solución trabajar como línea de producción. Al hacer esto se crean más transportes, pero se puede eliminar las demoras y algunas operaciones.

Para eliminar las demoras es necesario buscar una forma en la cual el producto fluya constantemente. La forma de hacer esto es haciendo una línea de producción, por lo que también se eliminan los dos cambios de estación. Y se deben reordenar la mayoría de las operaciones. Se debe reordenar la mayoría de las operaciones, antes del empaque ya que no serán realizadas por un solo operario, sino cada operario realizará solo unas operaciones, dependiendo de la etapa.

Ahora surge el problema de balancear la línea o líneas, y qué capacidad de producción diaria brindarán estas.

- **Cálculo del Tiempo Takt.** Para balancear la línea se debe calcular el tiempo Takt, que es el ritmo al que debe trabajar la planta para lograr satisfacer la demanda requerida.

Si se cuenta con 6.2 horas disponibles y la demanda por línea de producción es de 1000 unidades diarias.

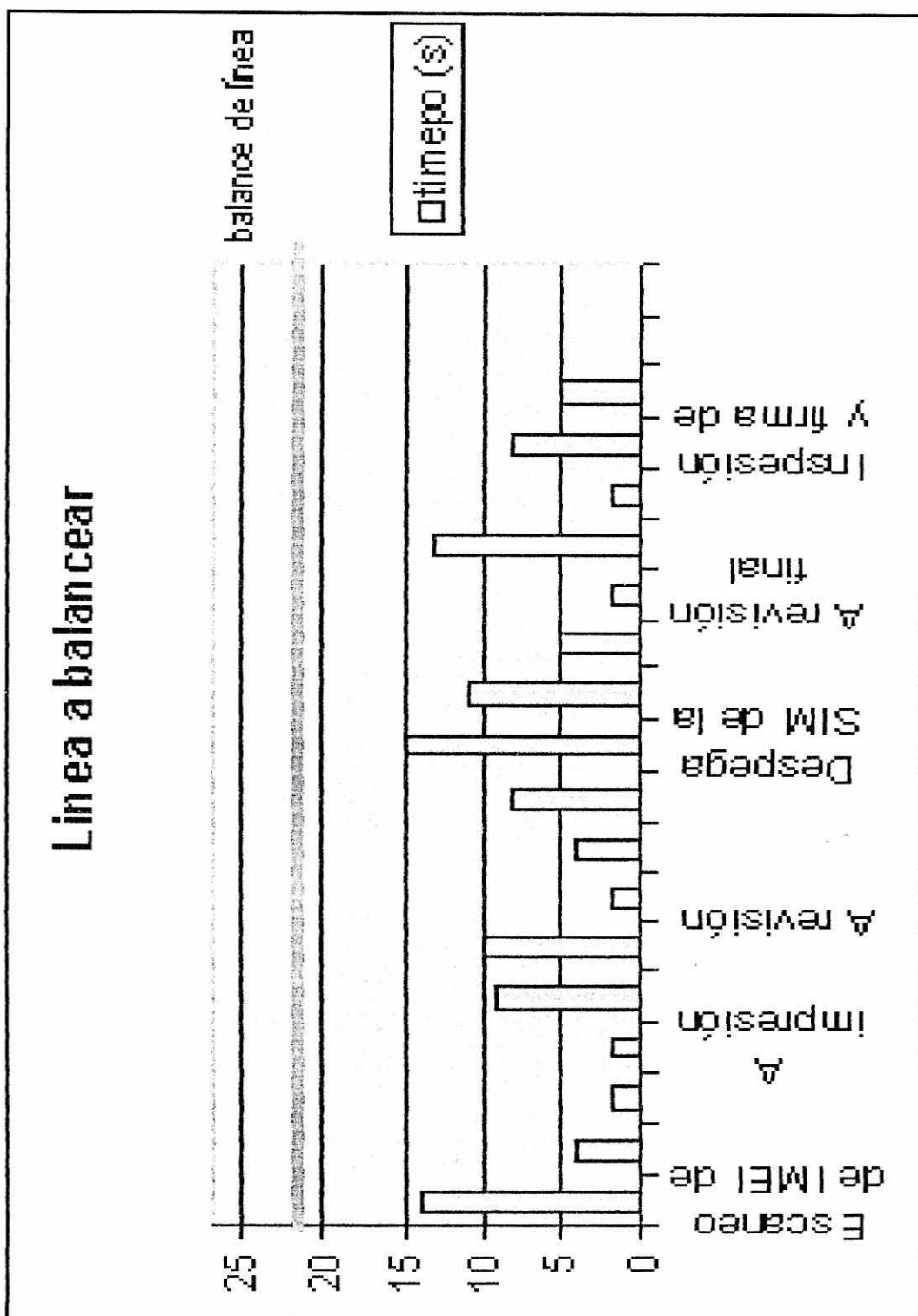
$$\text{Tiempo Takt} = 6.2 \text{ hrs} * 60 \text{ min} * 60 \text{ seg} / 1000 \text{ unidades} = 22.32 \text{ segundos}$$

Se muestra las operaciones y el tiempo Takt:

Operación	Tiempo (s)
Escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM	14
Escribe número telefónico en la caja	4
Se introduce tarjeta SIM en la caja	2
A impresión	2
Se imprimen las etiquetas	9
Pega etiquetas en parte externa de caja	10
A revisión	2
Escaneo de ICC en etiqueta	4
Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico	8
Despega SIM de la Tarjeta e introduce en la terminal	15
Pega etiqueta con No telefónico a la terminal	11
Introduce Tarjeta y Terminal y se cierra la caja	5
A revisión final	2
Abre caja y arma Folleto	13
Introduce Folleto en caja	2
Inspección y firma de revisado	8
A empaque	5

Se muestra la gráfica de la línea desbalanceada:

- Gráfica línea desbalanceada



A. PROPUESTAS

Se propone la creación de tres líneas de producción.

Se trabaja de forma igual hasta llegar a la programación.

Cada una está formada por cuatro etapas principales:

1. Programación. Incluye la operación 2,3 y 4. escaneo IMEI e ICC, Escribe No Telefónico en caja, Introduce tarjeta SIM en caja.

Dando un total 20 segundos y luego un transporte de 2 segundos

2. Impresión. Incluye operaciones 5 y 6. Impresión de etiquetas, Pega etiquetas a caja.

Dando un total de 19 segundos y luego un transporte de 2 segundos.

3. Revisión. Incluye operación 7, inspección 1 y operaciones 8, 9,10. escaneo ICC en etiqueta, Inspección visual de datos etiqueta, Despega SIM de la tarjeta SIM e introduce en teléfono, pega etiqueta con No de teléfono a teléfono, introduce resto de tarjeta y cierra caja.

Dando un total de 43 segundos y luego un total de 2 segundos.

4. Revisión final. Incluye operaciones 11,12 y revisión 2. Abre caja y se arma folleto, introduce folleto en caja, Revisión final del contenido.

Dando un total de 23 segundos y luego un transporte de 5 segundos

Luego se pasa a la etapa de empaque. En el empaque está la operación 13, 15, 16, 17,18. Pega de etiquetas, Introduce caja en bolsa, Sella bolsa y se abre agujeros, Introduce en termoencogedora, toma cajón de recepción e introduce en cajas originales.

Dando un total de 29 segundos, e incluyendo la operación 17 que es hecha por una máquina y la 18 realizada por personal de bodega. O un total de 17 segundos sin la termoencogedora ni la operación hecha por personal de bodega.

Si se divide por estaciones en total 4, Programación con un operario, impresión con 1 operario, revisión con 2 operarios y revisión final con 1 operario, se puede balancear la línea de la siguiente forma.

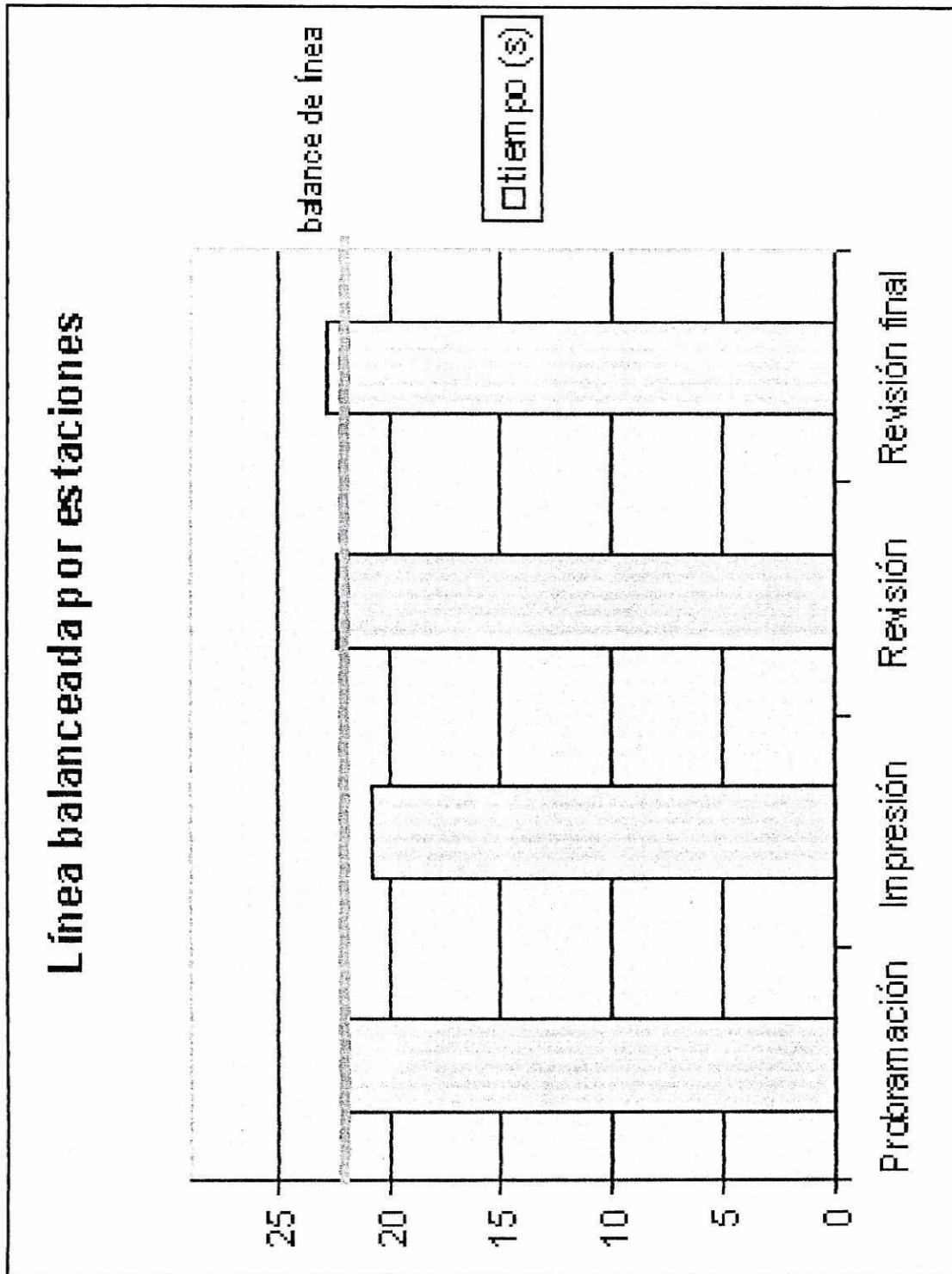
Programación	Tiempo (s)
Escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM	14
Escribe número telefónico en la caja	4
Se introduce tarjeta SIM en la caja	2
A impresión	2
Total	22

Impresión	
Se imprimen las etiquetas	9
Pega etiquetas en parte externa de caja	10
A revisión	2
Total	21

Revisión	
Escaneo de ICC en etiqueta	4
Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico	8
Despega SIM de la tarjeta e introduce en la terminal	15
Pega etiqueta con No telefónico a la terminal	11
Introduce tarjeta y terminal y se cierra la caja	5
A revisión final	2
Total	45

Revisión final	
Abre caja y arma folleto	13
Introduce folleto en caja	2
Inspección y firma de revisado	8
Total	23

- Gráfica línea balanceada



Para saber qué cantidad de operarios son necesarios por cada línea se procede de esta manera.

Se tiene un tiempo total de ciclo de 116 segundos y el tiempo takt es de 22.32 segundos.

Cantidad de operarios por línea = $116 \text{ seg} / 22.32 \text{ seg} = 5.19$ operarios

Por lo que no varía demasiado a la cantidad propuesta que es de 5 operarios por línea de producción.

Por lo que sería de esta forma:

Para balancear la línea se usan la siguiente cantidad de operarios.

Etapas	Tiempo (segundos)	Número de operarios
Programación	22	1
Impresión	21	1
Revisión	45	2
Revisión final	23	1
TOTAL		5

Si se trabaja de esta forma, y se tiene un tiempo efectivo de trabajo de 6.2 horas. Y se toma la etapa más lenta como determinante del ritmo de producción se tiene que es la Revisión final con tiempo de 23 segundos.

Se tiene

$$1/23 \text{ s} * 60\text{s}/1\text{m} * 60\text{m}/1\text{h} = 156.52 \text{ teléfonos/hora}$$

Por lo que en 6.2 horas se producen 970.44 teléfonos

Si se usan 3 líneas de producción se producen por día 2911 teléfonos.
Se requerirán 15 operarios, 2 personas de empaque, 1 persona de bodega.

Como se observa existe una mala utilización del espacio, como es la bodega de cosas viejas que fueron guardadas allí por si algún día se utilizaban.

Se propone poner en práctica las 5's, ya que debemos clasificar todas aquellas cosas que no son necesarias en el proceso y eliminarlas como lo es eliminar esta bodega. Junto con la bodega de servicio técnico ya que esta debe de estar ubicada donde están los centros de servicio técnico. Luego de ordenar adecuadamente lo que sí sirve para que esté en un lugar al alcance. Se reubica la bodega de material de empaque, así como el comedor, para poder crear mayor espacio para el área de producción. Se necesita el mínimo de espacio de almacenaje, ya que se trabaja con un sistema de justo a tiempo, teniendo extremadamente cerca la bodega de la operadora. De ésta se recibe los insumos, así como se hacen las entregas allí.

Se propone estandarizar los métodos propuestos, e involucrar a todo el personal a seguirlos con disciplina.

B. DIAGRAMAS PROPUESTOS

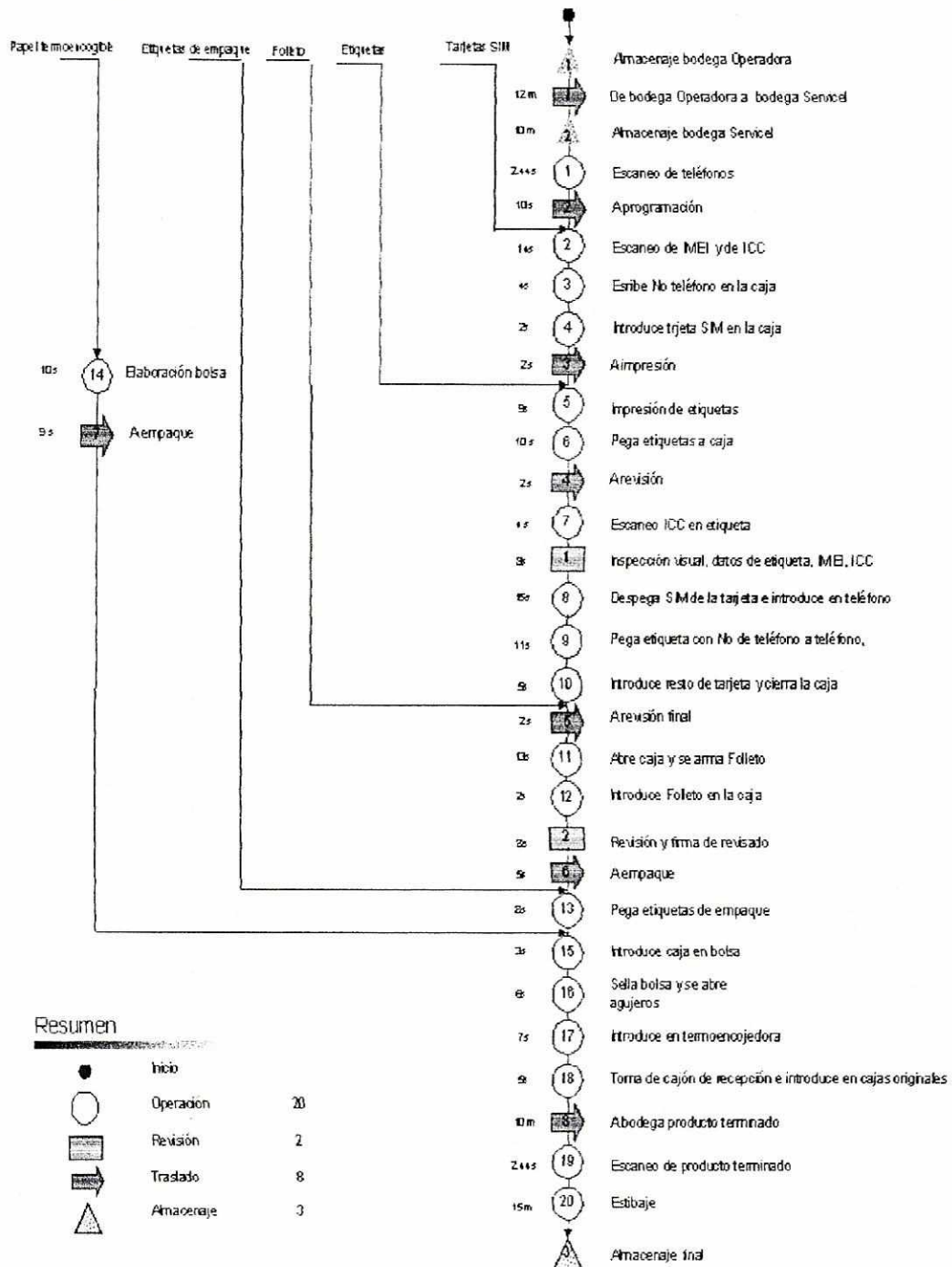
A continuación se muestran los diagramas con los que se puede observar el método que se propone para aumentar la capacidad de producción de la planta.

1. Diagrama de Operación del Proceso

Diagrama de Operación del Proceso D.O.P.

Empresa: Servitel, S.A.
 Proceso: Fulfillment
 Autor: Christian Garavito

Método: Propuesto



2. Diagrama de Flujo Propuesto

Diagrama de Flujo Propuesto

Empres : Sewicel, S.A.

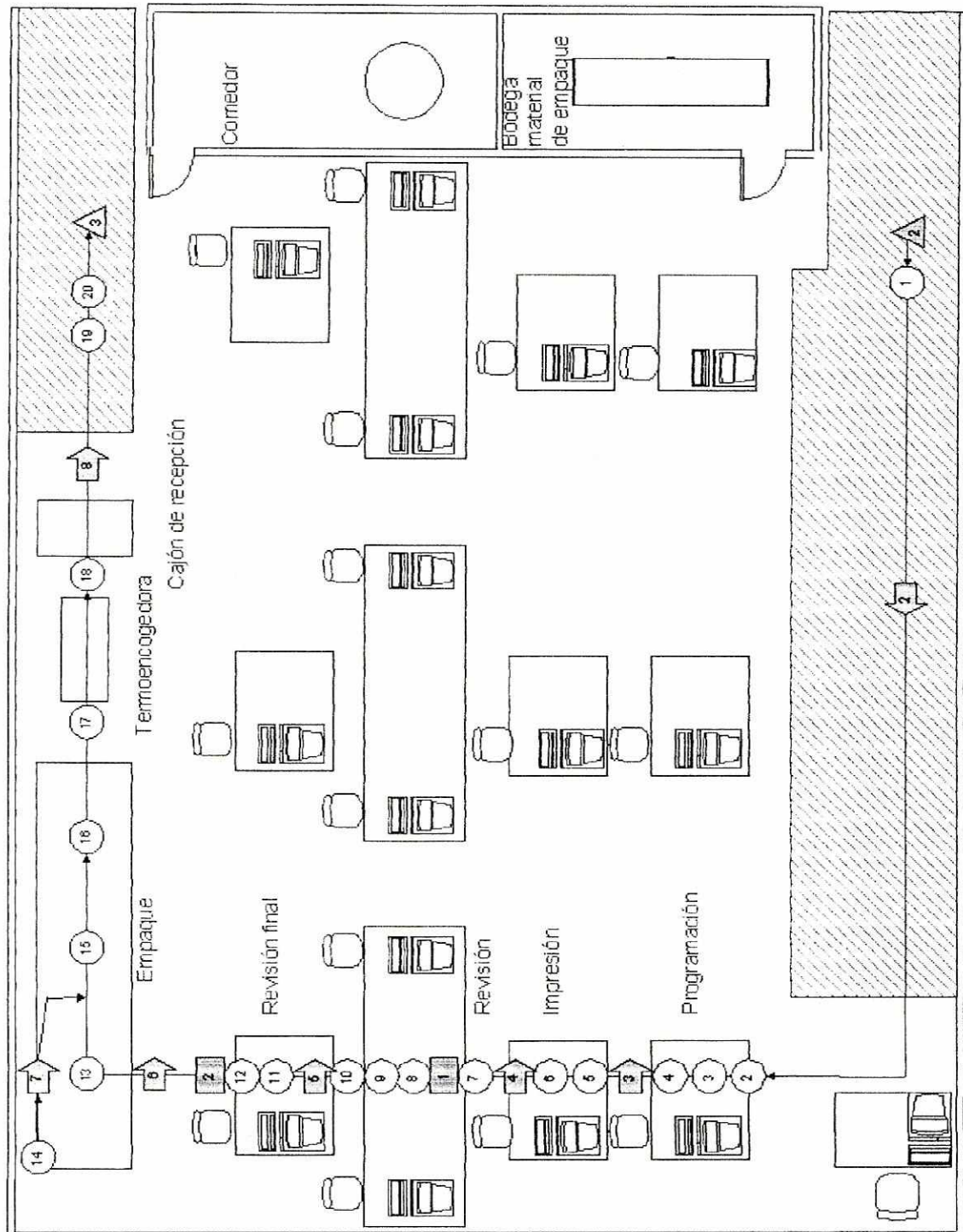
Procesc : Acondicionamiento y Reempaque

Autor : Christian Garavito

No	○	□	◻	⇒	▷	△	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1						●	Almacenaje en bodega de la operadora		
1						●	Transporta teléfonos de bodega de la operadora a la planta	100	
2						●	Almacenaje en boga de la planta		
1	●						Escaneo de teléfonos		2,44
2						●	A programación	1	10
2	●						Escaneo de IMEI de terminal e ICC de SIM		14
3	●						Escribe número telefónico en la caja		4
4	●						Se introduce tarjeta SIM en la caja		2
3						●	A impresión	1	2
5	●						Se imprimen las etiquetas		9
6	●						Pega etiquetas en parte externa de caja		10
4						●	A revisión	1	2
7	●						Escaneo de ICC en etiqueta		4
1	●						Inspección visual, datos de etiqueta, IMEI, ICC, No telefónico		8
8	●						Despega SIM de la Tarjeta e introduce en la terminal		15
9	●						Pega etiqueta con No telefónico a la terminal		11
10	●						Introduce Tarjeta y Terminal y se cierra la caja		5
5						●	A revisión final	1	2
11	●						Abre caja y arma Folleto		13
12	●						Introduce Folleto en caja		2
2						●	Inspección y firma de revisado		8
3						●	A empaque	2	5
13	●						Pega etiquetas de empaque y garantía		8
14	●						Elaboración de bolsa		10
7						●	A empaque	1	9
15	●						Introduce caja en bolsa		3
16	●						Sella bolsa y se abre agujeros		6
17	●						Introduce en termoencogedora		7
18	●						Recepción e introduce en cajas grandes originales		5
8						●	A bodega producto terminado	1	
19	●						Escaneo producto terminado		
20	●						Estibaje		
3						●	Almacenaje final		
Total								108	176.44

Resumen	Operación	○	20
	Inspección	□	2
	Operación e Inspección	◻	0
	Transporte	⇒	8
	Demora	▷	0
	Almacenaje	△	3

3. Distribución de la planta y Diagrama de Recorrido propuesto



VIII. ANÁLISIS DE INVERSIÓN

Los salarios base del personal de la planta, son los siguientes:

Personal	Remuneración (Q)	Cantidad (personas)	Total remuneración
Operarios	1500	8	12000
Empaque	1500	5	7500
Bodega	1500	3	4500
Supervisor de producción	3000	1	3000
Gerente de producción	5000	1	5000
TOTAL		19	32000

Actualmente se paga a los operarios Q 9.4 por hora.

Por lo que cada hora extra cuesta $Q9.4 * 1.5 = Q 14.10$

Si la producción actual es de 2000 teléfonos diarios, y si la demanda por parte de la operadora haciende a 3000 teléfonos diarios. Se debe de trabajar el 50% más. Si la jornada labora diaria es de 8 horas diarias y se trabaja de lunes a viernes, se trabaja un total de 40 horas semanales o 160 horas mensuales.

Solamente se pagan horas extras si se trabaja más de 44 horas semanales, por lo que 44 horas menos 40 horas es 4 horas, que se pagan a Q9.4.

Por operario se pagarían el sueldo normal Q 1500, las 16 horas que se pagan como normales Q150.40, las 64 horas extras 902.4. Con un total de horas adicionales de Q 1052.80

Por se paga al personal lo siguiente:

Personal	Cantidad (personas)	Total renumeración	Horas extras	Costo extras (Q)
Operarios	8	12000	640	8422.40
Empaque	5	7500	400	5264.80
Bodega	3	4500	240	3158.40
Supervisor de producción	1	3000	0	1052.80
Gerente de producción	1	5000	0	0
TOTAL	19	32000		17898.40

Por lo que se pagaría al personal $Q\ 32000.00 + Q\ 17898.40 = Q\ 49898.40$

Si trabaja poniendo en práctica el método propuesto, se tiene lo siguiente:

Personal	Cantidad (personas)	Total renumeración	Horas extras	Costo extras (Q)
Operarios	15	22500	0	0
Empaque	2	3000	0	0
Bodega	1	1500	0	0
Supervisor de producción	1	3000	0	0
Gerente de producción	1	5000	0	0
TOTAL	20	35000		0

Por lo que el costo total de personal sería $Q\ 35000.00$

Se ahorraría 42.56 % en pago a personal.

IX. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

A. CONCLUSIONES

- El método propuesto cumple con las expectativas esperadas, ya que se logra un aumento considerable la producción diaria.
- Con el método propuesto se pueden aumentar la capacidad de producción diaria un 50%.
- Eliminando las demoras en un proceso productivo se puede aumentar considerablemente la capacidad de producción.
- Actualmente se utiliza el espacio de una forma no óptima.
- Si se elimina todo lo que ya no sirve se crea una gran cantidad de espacio que se creía no existía.
- Si se desea cumplir con la demanda estimada por la operadora operando de la forma actual, será necesario incurrir en el pago de grandes cantidades de horas extras.
- Si se aplica el método propuesto se podrá cumplir con la demanda de la operadora.

B. RECOMENDACIONES

- Cambiar la forma actual de operar, tomando en cuenta todos los aspectos de la ingeniería de métodos.
- Trabajar con líneas de producción para que el producto fluya durante todo el proceso y así efficientar este.
- Eliminar todo material no utilizado actualmente para realizar el proceso.
- Eliminar bodegas no necesarias, para aumentar el espacio de producción.
- Eliminar todo tiempo muerto el producto, ya que esto hace que se creen demoras, las cuales disminuyen la capacidad de producción.
- Eliminar todo espacio desperdiciado, para crear más espacio para el área de producción.
- Distribuir en seis etapas, preparación; luego tres líneas de producción con las etapas programación, impresión, revisión y revisión final; y una última etapa de empaque.
- Trabajar tomando en cuenta las recomendaciones de manufactura esbelta, en especial 5's.

X. BIBLIOGRAFÍA

- García, Roberto. 1998. *Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos*. 1ª ed. México, D.F., McGraw Hill. 155 págs.
- Gutiérrez Garza, Gustavo. 2000. *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. Quinta edición. Ediciones Castillo S. A. de C. V., Monterrey, Nuevo León, México.
- K. Hodson William. 2001. Maynard, *Manual del Ingeniero Industrial*. Tomo II. Cuarta edición. Mac Graw Hill, México.
- Krick, Edward V. 1973. *Ingeniería de Métodos*. 2ª ed. México, D.F., Limusa. 543 págs.
- www.lean-6sigma.com
- www.kaizen-institute.com