



Industrial Data

ISSN: 1560-9146

ISSN: 1810-9993

industrialdata@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Perú

Quispe Canales, Gustavo Raúl

Diseño de un modelo de planificación de la mano de obra directa
para la gestión de producción de empresas farmacéuticas

Industrial Data, vol. 22, núm. 2, 2019, Julio-
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Perú

DOI: <https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.17391>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81662532005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Diseño de un modelo de planificación de la mano de obra directa para la gestión de producción de empresas farmacéuticas

GUSTAVO RAÚL QUISPE CANALES¹

RECIBIDO: 02/03/2018 ACEPTADO: 30/04/2019

RESUMEN

En la industria farmacéutica, la planificación de la producción responde a las variaciones de la demanda de los clientes y de los procesos internos de la empresa; además, esta industria genera actividades que no agregan valor, sino más bien oportunidades de mejora como: a) las horas extra son mayor al 30%, b) las reprogramaciones de la producción alcanzan el 40% y c) el nivel de servicio al cliente estatal alcanza el 70% de las órdenes de compra por atender. En ese sentido, la empresa tiene necesidad de mejorar esta situación, para lo cual se diseña un modelo de plan de ventas y operaciones donde se encuentra la planificación de la mano de obra directa (MOD), que va a permitir reducir las horas extra y el cálculo de la cantidad de MOD, en consideración de su nivel de eficiencia. En la práctica, este es el resultado esperado; su procedimiento se logra mediante las decisiones de la gerencia de operaciones.

Palabras-claves: Plan de producción; planificación de la MOD; capacidad de la MOD; método Kaizen; recurso crítico.

INTRODUCCIÓN

Al interpretar o definir el modelo S&OP (Planeación de Ventas y Operaciones), Núñez *et al.* (2014) mencionan que:

El documento que recoge este nivel de planificación es el denominado plan agregado de producción, en cuyo diseño se tratará de igualar, siempre que sea posible, la tasa de producción a las previsiones de demanda. Sin embargo, dado que esta última suele no ser constante y regular a lo largo del tiempo, el planificador deberá decidir qué medidas de ajuste se deberán tomar para intentar igualarlas.

Para iniciar el diseño de un plan agregado, es pertinente conocer las necesidades de producción que se desean satisfacer. Estas se deben calcular a partir de las previsiones de demanda, considerando la existencia de inventarios disponibles (disminución de necesidades) o la existencia de pedidos pendientes de fabricar dejado por planificaciones anteriores (añadir necesidades). Así se obtiene el plan de producción, insumo principal para la planificación de la mano de obra directa.

De acuerdo a ello, Arnoletto (2007) comenta acerca de la secuencia de la planificación de los sistemas mrp (*material requirement planning*), la cual tiene como principal objetivo especificar cuál será la «combinación óptima de la tasa de producción, del nivel de la fuerza laboral y del inventario disponible». Asimismo, la tasa de producción está referida al «número de unidades terminadas por unidad de tiempo (como por hora o por día)»; mientras que el inventario disponible «es el saldo del inventario no utilizado traído desde el periodo anterior». Por último, «el nivel de la fuerza laboral es el número de trabajadores necesario para la producción» (p. 142).

La planificación de la mano de obra directa depende del modelo S&OP, donde considera qué variables afectan al resultado. Con mayor profundidad es abordado por Peña (2017) en el siguiente análisis:

¹ Magíster en Ingeniería Industrial por la Universidad Ricardo Palma. Actualmente, es docente y director de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la URP.
E-mail: gustavo.canales@urp.edu.pe

En definitiva, el S&OP trata de suavizar el efecto de las fluctuaciones de la demanda del mercado, así como los efectos de los demás cuellos de botella que pueden existir en la organización, y actúa como catalizador para evitar efectos bruscos que repercutan en la cuenta de resultados, y lograr un equilibrio final entre ventas y operaciones. (p. 84)

Los procesos de fabricación se ven afectados, adicionalmente, por las relaciones humanas y las variables del entorno, tales como los cambios económicos, sociales y políticos, y que afectan los resultados de los procesos empresariales; Joseph (2019) lo explica así:

Uncertainty can be measured by the frequency of its occurrence, and analyzing the relative contribution and resulting effect on delivery performance. It can quantify whether the impact is minor or major. Many conceptual and mathematical models are proposed and used to manage competitive production/manufacturing under uncertainties. Uncertainties in manufacturing have heterogeneous effects due to the interrelationships between resources and operations.

The lead-time and demand uncertainties are individually and interactively significant determinants of system performance found that as processing time uncertainty increases, simple dispatch heuristics provide performance comparable or superior to that of algorithmically more sophisticated scheduling policies. Again, increasing manufacturing flexibility leads to increased performance and to knob the uncertainty. (p. 679)

PROBLEMA

¿Cuál sería el impacto del diseño de un modelo de planificación de la mano de obra directa en la gestión de la producción de empresas farmacéuticas?

En el texto de Pacoricuna y Mejía (2015) se comenta sobre el sistema de producción de una empresa farmacéutica, y se afirma lo siguiente:

La tipología del sistema de producción corresponde a una producción por lotes con cuatro características principales. En primer lugar, el inicio de la fabricación es posible solo si se tiene la Orden de Trabajo, es decir, existe un pedido que solicita el producto para despacharlo al cliente. En segundo lugar, se cuenta con tres clientes denominados A, B

y C. En tercer lugar, la variedad de productos está conformada por 40 diferentes productos; y por último, la demanda en el sector farmacéutico es fluctuante, lo que hace difícil obtener un pronóstico de fabricación en un periodo de tiempo mayor a 6 meses. (p. 2)

Las fluctuaciones de la demanda en el mercado farmacéutico son una variable frecuente; por lo tanto, es un factor importante a considerar con el fin de minimizar las desviaciones. Esto implica que debemos hacer un control y seguimiento de la planificación de la mano de obra directa, considerando la siguiente secuencia:

PRONÓSTICO → PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN → PLANIFICACIÓN DE LA MOD

Donde la variable independiente es el pronóstico, la variable dependiente de primer nivel es la planificación de la producción y la variable dependiente de segundo nivel es la planificación de la mano de obra directa.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Qué variables y parámetros logísticos y de producción intervienen en el proceso de la planificación de la MOD para lograr planes alternativos sobre su propia capacidad? ¿Cómo un modelo de planificación de MOD logra alternativas para minimizar los costos?

En su estudio, Heizer y Render (2008) mencionan cómo se integran la planificación del mediano plazo con el operativo:

Para los fabricantes, el plan agregado liga los objetivos estratégicos de la empresa con los planes de producción, pero en las empresas de servicios, el plan agregado relaciona los objetivos estratégicos con la programación de la mano de obra. (p. 111)

METODOLOGÍA

Del desarrollo del modelo de planificación de la mano de obra directa (MOD)

El objetivo es proporcionar la cantidad de personal de mano de obra directa que la empresa requiere; para ello, es importante considerar la responsabilidad social señalada por Fernández (2013):

La responsabilidad social no solo es aplicable a las grandes firmas, sino se aplica a todo tipo de empresa, bien sean públicas o privadas, incluyendo las pymes y las cooperativas. Además de

permitir la mejora en cuanto a imagen de marca de una empresa, esto conlleva a un impacto real en el valor de la empresa. (p. 79)

En su libro sobre ingeniería de métodos, en donde analiza la variable tiempo, Palacios (2009) señala que:

Las razones que hacen necesario tener estimaciones de tiempo son:

- Las compañías deben cotizar un precio competitivo.
- Para hacer una oferta se debe estimar el tiempo y costo de manufactura.
- Establecer un programa de fabricación.
- Evitar tiempos ociosos de máquinas y operarios.
- Cumplir las fechas de embarque a los clientes.
- Planear la llegada de las materias primas.
- Realizar mantenimiento de equipos, instalaciones, orden y aseo de las plantas.
- Predecir las necesidades de equipo y mano de obra o sea las horas-hombre y horas-máquina. (p. 182)

DISEÑO

Identificar los datos de entrada, escoger los datos no confiables y eliminarlos, para lograr datos de calidad

Planificación de la producción es la variable independiente.

La planificación de la MOD es la variable dependiente y el resultado esperado.

Estándar de producción expresa la cantidad de horas-hombre (HH) que se requiere para producir una unidad agregada.

En 2013, Bello afirmó que, para poder determinar el factor de producción relacionado con la mano de obra, es necesario determinar el tiempo estándar para cada operación, procedimiento, proceso o actividad. Para explicarlo, Bello desarrolló el procedimiento del método de observación para determinar el tiempo estándar aplicado a una operación de empacado de cajas.

Eficiencia de la MOD representa la relación de la mano de obra directa real frente al estándar.

Distribución de la MOD expresa cómo las horas directas son utilizadas en el proceso de producción: labor directa, labor indirecta y labor no productiva.

Programación del modelo

Las especificaciones de su funcionalidad.

Modelado del operador del sistema de producción de planificación de la MOD.

En la figura 1 se puede observar los insumos que se requiere para determinar la cantidad de mano de obra directa necesaria para un plan de producción.

La identificación de las variables y parámetros para el modelo de planificación de la MOD permite calcular el número de personas que se necesita para un determinado plan de producción. Ello se puede observar en la tabla 1.

Ingresos	Proceso	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Plan de producción • Horas estándares • Eficiencia • Horas esperadas • Distribución de la MOD 	<ul style="list-style-type: none"> • N.º de días efectivos • N.º de turnos • Horas x turno • Horas x operario x período • Costo de HH • Modelo de cálculo de la MOD 	<ul style="list-style-type: none"> • N.º de operarios a contratar y despedir • N.º de horas ociosas • N.º de horas extra

Figura 1. Planificación de la MOD.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Cálculo de la mano de obra directa.

Signo	Descripción	Fórmula
M	Estándar de la MOD	$HES = P(x)*\mu$
HES	HH estándares	
e	Eficiencia de la MOD	$HEE = P(x)*\mu$ e
HEE	HH esperadas	
LD	HH directa de la MOD	
LI	HH indirecta de la MOD	$LI = LI*TMOD$
NP	HH no productivos	$NP = NP*TMOD$
TMOD	Total HH de la MOD	$TMOD = HEE$ LD
HOP	Horas por operario por periodo	$HOP = d*\mu$
NOPP	Número de operarios por periodo	$NOPP = \frac{TMOD}{HOP}$

Fuente: elaboración propia.

El objetivo de la planificación de los recursos, en este caso de mano de obra directa, debe estar focalizado en mejorar los procesos e equilibrar el uso de los recursos, tal como menciona Cuatrecasas (2012) en su estudio:

La adecuada organización y la racionalización de los procesos, junto a la utilización de tecnologías avanzadas, nos llevará a esta optimización de la productividad. Esta organización y racionalización alcanzará por supuesto a la clase y calidad de factores productivos utilizados. Dentro de la mencionada racionalización, y en especial en lo referente a la utilización de factores productivos, es importante tener en cuenta el «equilibrio de participación» de los mismos, es decir, las cantidades relativas utilizadas de cada uno. Ya vimos que el óptimo económico se basa en combinar adecuadamente tales cantidades, y en lo que a los aspectos prácticos hace referencia, creemos que es de la mayor importancia el equilibrio: bienes de capital / mano de obra y la correcta cualificación de ésta. (p. 725)

Pruebas

Luego de aprobado el plan de producción, se simularon los cuatro escenarios:

1. Cuando se cubre la demanda con los trabajadores fijos o nombrados.
2. Cuando la demanda trimestral es mayor al promedio, pero menor que su capacidad.
 - a. Planificar, contratando y despidiendo.

- Planificar, contratando y fijando horas extra.
- Planificar, con trabajadores fijos y subcontratar los faltantes.

El plan de producción se calcula en consideración a las necesidades del mercado por abastecer, las políticas de producción, de inventarios, así como la capacidad y los registros de estos mismos (ver tabla 3).

Estándar=20,25 HH/1000 UND; eficiencia=0,80; distribución de la mano de obra directa: labor directa 0,85; labor indirecta 0,10; labor no productiva 0,05.

A continuación, se presentan dos escenarios:

- a. Cuando se cubre la demanda con los trabajadores fijos o nombrados (ver tabla 3).

Se inicia el desarrollo del plan de producción, como puede verse en la tabla 2.

Generalmente, se trata de productos que tienen una producción cuyas desviaciones, bajas o controladas, poseen un personal fijo para la producción y, en épocas de alta, son cubiertas por horas extra, lo cual asegura que las desviaciones de calidad sean mínimas, lo que no sucede cuando se recurre a subcontratar la mano de obra o la producción, donde las desviaciones de calidad son mayores al 10%.

En este tipo de escenario, la toma de decisiones está orientada a mejorar siempre el servicio al cliente interno y externo (ver tabla 5).

- b. Cuando la demanda trimestral es mayor al promedio, pero menor que su capacidad de producción (ver tabla 4).

La empresa formula un juego de planes de producción que pueden ser más de uno, el cual es evaluado a nivel de costos y seleccionado. También soporta las necesidades del mercado y las exigencias internas que están dadas por las exigencias a cumplir con las políticas establecidas por las gerencias y el mínimo de inversión.

Para el cálculo de la cantidad de mano de obra directa, puede verse la tabla 5.

En su libro publicado en 2013, Bello menciona que «el tiempo total por la unidad de producción es la base para el cálculo de: recurso humano, maquinaria, horas-recurso humano, horas-máquinas y para obtener cualquier información relacionada con el proceso productivo» (p. 99).

Tabla 2. Plan de producción 1.

	Política de inventario	30	Unidades x hora	396	Lote	2000
Horas extra	< =	0%	H x turno	9,60		
Trimestres	0	I	II	III	IV	TOTAL
Días efectivos		62	63	62	61	248
Capacidad		234 000	238 000	234 000	230 000	936 000
VENTA		100 500	102 500	124 000	99 500	426 500
Órdenes proceso		4000				4000
Producción		122 000	114 000	112 000	104 000	452 000
Inventario proyectado	24 000	49 500	61 000	49 000	53 500	213 000
Días de inventario		15	30	31	30	
Capacidad utilizada		52%	48%	48%	45%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Cálculo de mano de obra directa 1.

Estándar de la MOD	20,25				
HH Estándares		2471	2309	2268	2106
Eficiencia de la MOD	0,80				
HH esperadas		3088	2886	2835	2633
Distribución de la MOD					
HH directa	0,85	3088	2886	2835	2633
HH indirecta	0,10				
HH no productiva	0,05				
Total de la MOD (HH)		3633	3395	3335	3097
Horas x turno	9,60	595,20	604,80	595,20	585,60
Operario x trim		6,10	5,61	5,60	5,29
Operarios fijos		6	6	6	6
MOD normal		6	6	6	6
Horas ociosas		0	39	39	69
Horas extra		62	0	0	0
MOD normal		35 712	36 288	35 712	35 136
Horas extra		928	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Plan de producción 2.

	Política de inventario	30	Unid. x hora	475	Lote	1000
Horas extra	< =	0%	H x turno	9,60		
Periodos	0	I	II	III	IV	TOTAL
Días		62	63	62	61	248
Capacidad		282 000	286 000	282 000	278 000	1 128 000
VENTA		201 000	205 000	268 000	280 000	954 000
Órdenes proceso		4000				4000
PRODUCCIÓN		271 000	237 000	276 000	258 000	1 042 000
Inventario Py	24,000	98 000	130 000	138 000	116 000	482 000
Días de inventario		7	30	30	30	
Capacidad utilizada		96%	83%	98%	93%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Cálculo de la mano de obra directa 2.

Estándar de la MOD	20,25	I	II	III	IV
HH estándares		5488	4799	5589	5225
Eficiencia de la MOD	0,80				
HH esperadas		6860	5999	6986	6531
Distribución MOD					
HH directa	0,85	6860	5999	6986	6531
HH indirecta	0,10				
HH no productiva	0,05				
Total HH de la MOD		8070	7058	8219	7683
Horas x turno	9,60	595,20	604,80	595,20	585,60
Operario x trim		13,56	11,67	13,81	13,12
Operarios fijos		6	6	6	6

Fuente: elaboración propia.

Existen dos variables que afectan la planificación de la MOD: la eficiencia, que ajusta el estándar frente a su ejecución, y la distribución, que se compone en:

Labor directa: son las horas que agregan o transforman a los materiales hasta convertirlos en producto terminado.

Labor indirecta: son las horas que apoyan a que la producción alcance los objetivos de calidad y eficiencia. Por ejemplo, la limpieza sin orden de producción, capacitación, etc.

Labor no productiva: son horas que no agregan valor al producto, al proceso, ni apoya a la producción.

Una planificación sin las consideraciones de estas dos variables convierte al sistema de planificación en un sistema «nervioso», porque durante su ejecución el planeador maestro va a tener que tomar decisiones, las cuales varían entre las horas extra o contratar personal a última hora, con las consecuencias de mermar la productividad.

La mano de obra demanda un tratamiento especial por ser un recurso que no forma parte del producto, pero el cumplimiento de su pago es importante para los resultados. Este punto es resaltado por Polo (2017) cuando hace el siguiente análisis:

El costo de la mano de obra son los salarios, prestaciones y demás pagos que se realizan a los operarios y por los operarios y demás trabajadores que laboran en producción, cuya incidencia sobre la producción, ya sea directa o indirecta, es notoria desde todo punto de vista. A diferencia de los materiales,

la mano de obra no queda representada físicamente en el producto pero sí su efecto; de ahí que su naturaleza y tratamiento sea por lo tanto diferente a los materiales utilizados en la producción. (p. 84)

Evaluación de la mejor alternativa

Una vez calculada la cantidad de mano de obra directa, se evalúan alternativas, tal como se observa en las siguientes tablas (6-9), donde se analiza la forma de cómo cubrir este recurso crítico.

De acuerdo con los resultados, a nivel de costos se debería seleccionar la segunda alternativa, que resulta ser la mejor opción para la organización (ver tabla 10).

El método Kaizen en la planificación de la MOD

La mejora continua debe ser aplicada en toda la cadena de suministros. Lefcovich (2009) aborda ese asunto cuando desarrolla el siguiente análisis:

Reducir a su mínima expresión las actividades irrelevantes en cuanto a la generación de valor añadido para los clientes externos, y reducir al mismo tiempo los niveles de fallas y errores, permitirá generar mayores valores agregados al menor coste posible. Ello es factible eliminando de manera progresiva y sistemática los desperdicios y despilfarros producidos por las diversas actividades y procesos de la empresa. (p. 11)

El proceso de mejora continua en la empresa gestiona un plan maestro de proyectos, donde se ubican los que corresponden al proceso de producción; por ejemplo, la mejora del ciclo de producción,

Tabla 6. Planificar la mano de obra directa, contratando y despidiendo.

Primera alternativa: contratar y despedir	I	II	III	IV	Total
Contratar	8		2		32 122
Despedir	0	2	0	0	
	14	12	14	14	
Horas ociosas	263	200	114	515	
Costo de la primera alternativa: contratar y despedir en soles (S/.)					
MOD normal	83 328	72 576	83 328	81 984	321 216
600 Contratar	4800	0	1200	0	6000
900 Despedir	0	1800	0	0	1800
Total de la primera alternativa	S/.	88 128	74 376	84 528	81 984
					329 016

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Planificar la mano de obra directa, contratando y fijando horas extra.

Segunda alternativa: contratar, despedar y horas extra	I	II	III	IV	Total	
Contratar	7		2		30 950	
Despedir	0	2		1		
	13	11	13	12		
Horas extra	333	405	482	656	1875	
Costo de la segunda alternativa: contratar, despedar y horas extra						
MOD normal	77 376	66 528	77 376	70 272		
Horas extra	4989	6074	7223	9838		
Total de la segunda alternativa	S/.	82 365	72 602	84 599	80 110	319 676

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Planificar la mano de obra directa con los trabajadores fijos y subcontratar.

Tercera alternativa: subcontratar	I	II	III	IV	Total	
Producción	MOD normal	119 922	121 856	119 922	117 988	479 687
	Subcontratar	151 078	115 144	156 078	140 012	562 313
		271 000	237 000	276 000	258 000	1 042 000
Costo de tercera alternativa: subcontratar en soles (S/.)						
MOD normal	36 426	37 014	36 426	35 839	145 705	
0,50 Subcontrata	75 539	57 572	78 039	70 006	281 156	
Total de la tercera alternativa	S/.	111 965	94 586	114 465	105 845	426 861

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Resumen de las alternativas en soles (S.).

Resumen de la valorización de cada alternativa (S.).	
Primera alternativa: contratar y despedir	329 016
Segunda alternativa: contratar y horas extra	319 676
Tercera alternativa: subcontratar	426 861

Fuente: elaboración propia.

que permitirá una reducción de las HH x 1000 Und. para el III trimestre en la línea de producción seleccionada en este estudio de investigación. En ese sentido, «Mano de Obra Calificada: Se debe contar con personal calificado para evitar fallas y reprocessos, evitando tiempos improductivos» (Álvarez et al., 2004, p. 7).

Aplicado al módulo de planificación de la MOD (tabla 11), los valores de los demás parámetros se

mantienen; entonces se obtendrían los resultados que se observan en la tabla 10.

Dentro del plan de producción no se proyecta la mejora, por lo tanto, el estándar utilizado permanece inalterable desde el primer hasta el cuarto trimestre:

El proceso de mejora continua demanda una inversión por parte de la gerencia como líder, la cual debe de obtenerse de los procesos mejorados. Adi-

cionalmente, debe generarse ahorros, los cuales hacen competitiva a la organización, tal como refiere Fernández (2009):

La aplicación de la metodología de mejora exige determinadas inversiones. Es posible y deseable justificar dichas inversiones en términos económicos a través de los ahorros e

incrementos de productividad que se producirán por la reducción del ciclo de fabricación [...]. El verdadero progreso en la empresa solo se ha logrado cuando el ejecutivo de más alta jerarquía decide que él personalmente liderará el cambio. (p. 5)

Se proyecta una reducción de HH en los trimestres III y IV (tabla 12).

Tabla 10. Plan de producción 3.

	Política de inventario	30	Und x hora	475	Lote	1000
Horas extra	< =	0%	H x turno	9,60		
Periodos	0	I	II	III	IV	Total
Días		62	63	62	61	248
Capacidad		282 000	286 000	282 000	278 000	1 128 000
Venta		201 000	205 000	268 000	280 000	954 000
Órdenes proceso		4000				4000
Producción		271 000	237 000	276 000	258 000	1 042 000
Inventory Py	24 000	98 000	130 000	138 000	116 000	482 000
Días de inventario		7	30	30	30	
Capacidad utilizada		96%	83%	98%	93%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. La planificación de la mano de obra directa antes de la mejora.

Estándar de la MOD	20,25	I	II	III	IV
HH estándares		5488	4799	5589	5225
Eficiencia de la MOD	0,80				
HH esperadas		6860	5999	6986	6531
Distribución de la MOD					
Labor directa	0,85	6860	5999	6986	6531
Labor indirecta	0,10				
Labor no productiva	0,05				
Total HH de la MOD		8070	7058	8219	7683
Horas x turno	9,60	595,20	604,80	595,20	585,60
Horas x operario x tri		13,56	11,67	13,81	13,12
Operarios fijos		6	6	6	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Planificación de la mano de obra directa después de la mejora.

Estándar de la MOD	20,25	I	II	III	IV
Estándar mejorado de la MOD	16,20				
HH estándares		5488	4799	4471	4180
Eficiencia de la MOD	0,80				
HH esperadas		6860	5999	5589	5225
Distribución de la MOD					
Labor directa	0,85	6860	5999	5589	5225
Labor indirecta	0,10				
Labor no productiva	0,05				
Total HH de la MOD		8070	7058	6575	6146
Horas x turno	9,60	595,20	604,80	595,20	585,60
Horas x operario x tri		13,56	11,67	11,05	10,50
Operarios fijos		6	6	6	6

Fuente: elaboración propia.

	III	IV
Sin mejora	8219	7683
Con mejora	6575	6146
Total ahorro	1644	1537 = 3181 HH

García (2008) desarrolla un análisis sobre los recursos y, especialmente, sobre la mano de obra, a la que considera de gran relevancia:

El hombre es y seguirá siendo el recurso más valioso de la empresa, aunque no sea de su propiedad [...]. Por todo ello, la empresa no debe de considerar sólo el contrato colectivo de trabajo, sino también responder a las necesidades y esperanzas de los trabajadores y empleados, para contar con su máximo esfuerzo, ya que ellos aportan talento, eficacia y experiencia e invierten los mejores años de su vida en el éxito de la empresa. (pp. 75-76)

La empresa compartió los beneficios alcanzados con los trabajadores. Así, el 10% de las ganancias logradas a través de las mejoras implementadas, en el periodo de un año, se invirtieron en los trabajadores y empleados que participaron en los diferentes proyectos de mejora. Este reconocimiento es realizado mediante una ceremonia, y cada trabajador es reconocido por escrito, además de entregarles un bien de acuerdo a su aporte.

RESULTADOS

El modelo de planificación de la MOD es el resultado de la combinación de conocimientos de ingeniería y la experiencia en plantas farmacéuticas, desarrollando planes de producción y diferentes recursos, específicamente el recurso crítico de la mano de obra directa. Por lo tanto, las variables seleccionadas para el modelo de planificación de la MOD permiten ajustar los estándares y logran proyectar una cantidad del recurso crítico al que se le denominará: HH esperado, por ser lo más cercano a la realidad. El modelo matemático utilizado en la planificación de la MOD permite combinar las variables y parámetros seleccionados; también determina las necesidades del recurso crítico de la mano de obra directa en cantidades muy cercanas a lo real.

En el diseño del modelo de planificación de la MOD, se ha aplicado el método Kaizen (mejora continua), y se proyecta un ahorro del recurso crítico de 3181 HH frente a la planificación de la mano de obra directa sin mejora.

DISCUSIÓN

Si el modelo de planificación de la MOD no considera los parámetros eficiencia y distribución de la MOD, como muestran los resultados, las diferencias en un año alcanzarían la cantidad de -4306 HH, con una desviación del -20,41%. Esto ocasionaría contrataciones de la MOD urgentes, retrasos en la producción, horas extra, afectaría el nivel de servicio al cliente e incrementaría los costos de las operaciones.

La aplicación de la planificación de la MOD demanda a las organizaciones un nivel importante de conocimiento sobre ingeniería industrial y de sus procesos empresariales en la cadena de valor, además de tener determinados conceptos sobre ingeniería industrial, como los desarrollados en la presente investigación.

Asimismo, puede aplicarse el método Kaizen en la planificación de la mano de obra directa, pues es necesario contar con un maestro de proyectos de mejora.

CONCLUSIONES

- Las variables y parámetros seleccionados para el modelo de PMOD son los correctos para la realidad de la organización, porque permiten ajustar los estándares y proyectar una cantidad del recurso crítico al que se denominará como HH esperado.
- El modelo matemático utilizado en la PMOD logra una buena combinación de las variables, los parámetros y la ejecución de las operaciones definidas, y así determinar las necesidades del recurso crítico: mano de obra directa en cantidades muy cercanas a lo real.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes y a los gerentes de empresas farmacéuticas por sus comentarios y consejos, entre los cuales se menciona al Ing. Estevane Welsch Romainville y al Dr. Alberto Valle Vega.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Álvarez, J.; Inche, J. y Salvador, G. (2004). Programación de operaciones mediante la teoría de restricciones. *Industrial Data*, 7(1), 12-19.
- [2] Arnoletto, E. J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva*.

- Recuperado de http://www.adizesca.com/site/assets/g-administracion_de_la_produccion_como_ventaja_competitiva-ea.pdf.
- [3] Bello, C. (2013). *Producción y operaciones aplicadas a las pymes*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
 - [4] Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión económica de la producción*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
 - [5] Fernández, M. (2009). *La mejora continua, una necesidad de estos tiempos*. Córdoba, España: El Cid Editor.
 - [6] Fernández, R. (2013). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante, España: Editorial Club Universitario.
 - [7] García, J. (2008). *Contabilidad de costos*. México, D. F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
 - [8] Heizer, J. y Render, B. (2008). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
 - [9] Joseph, N. (2019). Uncertainty management of supply chain manufacturing cost using genetic algorithm. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(3), 678-683.
 - [10] Lefcovich, M. (2009). *Sistema de mejora continua integral*. Córdoba, España: El Cid Editor.
 - [11] Núñez, A.; Guitart, L. y Baraza, X. (2014). *Dirección de operaciones*. Barcelona, España: Editorial UOC.
 - [12] Pacoricuna, E. y Mejía, M. (2015). Mejoras en la programación de la producción de una empresa farmacéutica. *Industrial Data*, 18(2), 27-35.
 - [13] Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos. Movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
 - [14] Peña, C. (2017). *Planificación de ventas y operaciones S&OP en 14 claves*. Granada, España: Marge Books.
 - [15] Polo, B. (2013). *Contabilidad de costos en la alta gerencia: teórico-práctico*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Nueva Legislación S. A. S.