



PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA PRODUCCIÓN DE FIDEOS RIVOLI S.A.

LEON, GONZALO – NAVARRO IGLESIAS, JORGE NICOLAS – SOSA, LUCIANA MARIA
Facultad de Ciencias Económicas UNT
gonzaleon997@gmail.com - nicoolasnavarro1@gmail.com – lucsos24@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es demostrar la aplicación de un modelo de programación lineal en la producción de fideos de distintos tipos y marcas. La finalidad es determinar la mezcla óptima que permita maximizar la utilidad de la empresa. Vamos a partir de una situación real y teniendo en cuenta las restricciones dadas por la escasez de los recursos, la capacidad, las políticas de la empresa en cuanto la producción y demanda. Para realizar el trabajo utilizaremos el Complemento de OpenSolver, presente en el programa Excel, el cual nos permitirá arribar a una solución óptima, en el caso que existan soluciones óptimas del modelo. Los resultados obtenidos demostrarán que el modelo es perfectamente aplicable y adaptable a distintas variables que pudiesen surgir en la realidad.

Palabras Clave: Programación Lineal - Producción - Mezcla Óptima

1. INTRODUCCIÓN

La fábrica de Fideos Rivoli S.A., es una empresa creada en Junio de 1997, diseñada y construida bajo las más estrictas normas de seguridad y con proyección de futuro con el fin de estar mejor posicionada en todo momento y en las distintas áreas Comerciales, de Logística, de Producción, Almacenamiento, Administrativas, etc.

Cuenta con una importante trayectoria, a punto tal que con sus reconocidas marcas Rivoli, Chicago, Ricatto y Cotella vende sus productos a 14 provincias de nuestro país. Está ubicada a sólo 6 km de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en una moderna planta industrial dentro de un importante predio de 13.000 mts. cuadrados cubiertos. Por la tecnología empleada y capacidad instalada de producción, la mano del operario participa de manera muy reducida ya que los procesos de elaboración y envasado son casi completamente automáticos.

La fábrica de Fideos Rivoli S.A. es el más importante y moderno establecimiento argentino de pastas secas. La planta industrial posee 5 líneas de producción con una capacidad instalada de 7100 kg/hora, con más de 35 modelos diferentes, elaborados y envasados bajo normas de calidad ISO 9001.

2. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA



La empresa bajo análisis cuenta con variados tipos de fideos y 4 marcas distintas, de las cuales la primera marca es Rivoli y las demás son Chicago, Cotella y Ricatto.

Desde el inicio de la pandemia, las demandas de los productos se vieron afectados y actualmente no existe una planeación formal a la hora de la producción de los fideos. Además, en el pasado, existía una persona que se encargaba de la investigación operativa de la empresa y cumplía el rol de Encargado de la Planificación de Producción, el cual ya no existe.

Actualmente al no existir una planeación formal de la producción de fideos, en reiteradas ocasiones se produjo en exceso un tipo de fideo, agotándose así la materia prima disponible de ese día sin poder satisfacer la demanda de otros tipos de fideos que se solicitaron.

Se desconoce la mezcla de producción ideal, para maximizar utilidades y satisfacer la demanda actual, teniendo en cuenta las restricciones que nos brinda la empresa en cuanto a capacidad y políticas de producción.

- ¿Cómo afecta la pandemia en la demanda de los distintos tipos de productos que ofrece la empresa?
- ¿Cuáles son los costos en que la empresa incurre a la hora de producir sus productos?
- ¿Cuál es la mezcla óptima de producción para maximizar la contribución marginal de la organización?
- ¿Cuáles recursos representan cuello de botella para la organización?

2.1. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Objetivo general:

Determinar la mezcla óptima de producción que maximice las utilidades entre los diferentes tipos y marcas de fideos que la empresa produce.

Objetivos específicos:

- Determinar la contribución marginal supra variable de cada tipo de fideo.
- Plantear un modelo que se ajuste a las restricciones de la empresa.
- Analizar los distintos informes brindados por la herramienta de Excel OpenSolver.

3. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Enfoque: La investigación que se va a realizar tiene un enfoque cuantitativo, no experimental, transeccional.



Técnicas de recolección de datos:

- Entrevista al Jefe de Planta.
- Análisis de los datos de la demanda de los clientes en el mes de Junio 2021.
- Revisión de documentos y de la base de datos de la empresa extraídos del Sistema de Producción propio.

Herramienta a utilizar: Programación Lineal Continua y Entera por medio del complemento Open Solver para Excel. Los principales componentes de la herramienta son:

- Función Objetivo.
- Variables de Decisión.
- Coeficiente de la función objetivo.
- Valor Objetivo
- Restricciones

- Parámetros

4. MARCO TEÓRICO

Costeo específico

Es una modificación del costeo variable. Algunos gerentes señalan que incluso el costeo variable promueve una cantidad excesiva de costos que se incluyen en el inventario. Argumentan que solamente los materiales directos son “realmente variables” en la producción.

El costeo específico, el cual se denomina también costeo super variable, es una forma extrema de costeo variable donde únicamente se incluyen los costos de los materiales directos como costos inventariables. Todos los demás costos son costos del periodo en el cual se incurre en ellos. En particular, los costos variables de la mano de obra directa y los costos indirectos variables de manufactura se consideran costos del periodo y se deducen como gastos de ese mismo periodo.

Los defensores del costeo específico afirman que proporciona menos incentivos para producir el inventario que el costeo variable o, sobre todo, el costeo absorbente. El costeo específico es un fenómeno más reciente en comparación con el costeo variable y el costeo absorbente, y tiene defensores entusiastas, pero hasta este momento todavía no se ha adoptado en forma amplia

Programación Lineal

La programación se refiere al modelado y la resolución de un problema matemático. La programación por computadora tiene, desde luego, un papel relevante en el avance de la programación lineal.



La Programación Lineal (PL) es una técnica de modelado matemático que se utiliza ampliamente y que está diseñada para ayudar a gerentes a planear y a tomar decisiones en relación con la asignación de recursos.

La formulación de un problema de PL implica el desarrollo de un problema matemático para representar un problema administrativo. Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Esta propiedad se conoce como la función objetivo de un problema de programación lineal. Esta función debe ser establecida con claridad y definida matemáticamente.

La segunda propiedad que tienen en común todos los problemas de PL es la presencia de restricciones, que limitan el grado en que podemos perseguir nuestro objetivo. El objetivo y las restricciones deben expresarse en términos de ecuaciones o desigualdades lineales. Las relaciones matemáticas lineales sólo implican que todos los términos utilizados en la función objetivo y las restricciones son de primer grado, es decir, no están elevados al cuadrado, a la tercera potencia o una potencia mayor, ni aparecen más de una vez.

Por último, están las variables de decisión, se refieren a la existencia de cursos de acciones alternativos entre los cuales se puede elegir.

El término lineal implica tanto proporcionalidad como aditividad. La proporcionalidad significa que si la producción de 1 unidad de un producto utiliza 3 horas, la producción de 10 unidades usaría 30 horas. La aditividad significa que el total de todas las actividades es igual a la suma de las actividades individuales. Si la producción de un producto genera \$3 de utilidad y la producción de otro producto genera \$8 de utilidad, la utilidad total sería la suma de estas dos, que son \$11.

Además, de la proporcionalidad y la aditividad, la PL debe cumplir con los supuestos básicos de certeza, divisibilidad y no negatividad. Se conocen con certeza los números en el objetivo y restricciones y no cambian durante el periodo que se está estudiando. La divisibilidad significa que las variables de decisión son continuas. Por último, existe el supuesto de no negatividad porque los valores negativos en cantidades físicas son imposibles.

Mezcla Óptima

La mezcla óptima de productos es un tipo de problema de planificación para un solo período, cuya solución proporciona las cantidades óptimas de producción (o mezcla de productos) de un grupo de productos o servicios sujetos a restricciones de capacidad de los recursos disponibles y demanda del mercado.

Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad estudia la variación o reacción de la solución óptima de un problema de programación lineal ante cambios en los parámetros del modelo. Dado que es necesario partir de la solución óptima para realizar este tipo



de evaluaciones, el análisis de sensibilidad suele denominarse análisis de post optimalidad.

Puede analizarse el impacto en la solución óptima ante cambios en los coeficientes de la función objetivo, es decir, variaciones en la contribución marginal de uno o más de los productos comercializados por la compañía, o cambios en el lado derecho de alguna de las restricciones, por ejemplo de la cantidad de fideos disponibles en almacenamiento o de la cantidad mínima de producción por cada tipo de fideo.

Precio sombra

Resulta más interesante el análisis de sensibilidad ante cambios en las restricciones de recursos mediante los precios duales o precios sombra. Un precio dual indica la mejora en el valor de la solución óptima ante un incremento unitario en el lado derecho de alguna de las restricciones del problema.

El aumento en el valor de la función objetivo que resulta de un aumento de una unidad en el lado derecho de esa restricción dentro del rango de factibilidad.

Los precios sombra proporcionan información económica que ayuda a tomar decisiones respecto a adquirir o no recursos adicionales. Representan el máximo precio que se está dispuesto a pagar por sobre el precio actual para adquirir una unidad adicional del recurso escaso. Cuando un precio sombra es igual a cero, implica que adicionar más de este recurso incrementará su ociosidad (estamos frente a un recurso no limitante).

5. RECOLECCIÓN DE DATOS Y DESARROLLO

La recolección de datos se realizó mediante una entrevista con el Jefe de planta del área de producción, el cual nos proporcionó los datos para realizar el modelo. Para ordenar dichos datos confeccionamos una matriz.

Lo primero que se realizó fue la definición de las variables de decisión, que en este caso son los tipos de fideos que se producen con su marca correspondiente. En total son 72 variables de decisión (Ver Tabla 1).

Luego se efectuó el armado de datos para la matriz en la cual se detalla la marca, el tipo de fideo, la demanda del periodo de cada producto en unidades y en kilos, el stock mínimo y máximo determinado por la empresa, máquina que se encarga de la producción de cada tipo, el precio de venta, costos unitarios variables y la contribución marginal. También se recopilaron datos sobre la capacidad de producción de las máquinas kg/hs, la cantidad de horas que se encuentran encendidas por mes y la capacidad total de almacenamiento de la fábrica.



Tabla 1

VD	Marca	Tipo	VD	Marca	Tipo
x1	Ricatto	Codito	x37	Cotella	Tallarines
x2	Ricatto	Dedales	x38	Cotella	Moño Gde.
x3	Ricatto	Macarrón	x39	Cotella	Moño Med.
x4	Ricatto	Pampero	x40	Cotella	Cinta Rosca
x5	Ricatto	Tirabuzón	x41	Cotella	Entre F./Spaghetti
x6	Ricatto	Entre Fino	x42	Cotella	Tallarines Rosca
x7	Ricatto	Tallarines	x43	Cotella	Tall.Verde
x8	Chicago	Codito	x44	Cotella	Dedalito
x9	Chicago	Codo Grande	x45	Cotella	Pamperito
x10	Chicago	Dedales	x46	Rivoli	Codito
x11	Chicago	Fusilis	x47	Rivoli	Codo Gde.
x12	Chicago	Macarrón	x48	Rivoli	Dedales
x13	Chicago	Macarroncito	x49	Rivoli	Fusilis
x14	Chicago	Mostacho	x50	Rivoli	Macarrón
x15	Chicago	Ñoquis	x51	Rivoli	Macarcto.
x16	Chicago	Pampero	x52	Rivoli	Mostacho
x17	Chicago	Tirabuzón	x53	Rivoli	Ñoquis
x18	Chicago	Entre Fino	x54	Rivoli	Pampero
x19	Chicago	Tallarín	x55	Rivoli	Tirabuzón Color
x20	Chicago	Cinta Rosca	x56	Rivoli	Tirabuzón
x21	Chicago	Tallarines Rosca	x57	Rivoli	Entre Fino
x22	Chicago	Tall.Verde	x58	Rivoli	Tallarines
x23	Chicago	Dedalito	x59	Rivoli	Moño Gde.
x24	Chicago	Pamperito	x60	Rivoli	Moñitos
x25	Cotella	Codito	x61	Rivoli	Moño Med.
x26	Cotella	Codo Gde.	x62	Rivoli	Cab.Angel
x27	Cotella	Dedales	x63	Rivoli	Cinta Argentina verde
x28	Cotella	Fusilis	x64	Rivoli	Cinta Argentina Amarilla
x29	Cotella	Macarrón	x65	Rivoli	Cinta Rosca
x30	Cotella	Macarcto.	x66	Rivoli	Entre F./Spaghetti
x31	Cotella	Mostacholis	x67	Rivoli	Tallarines Rosca
x32	Cotella	Mostacho	x68	Rivoli	Tall.Verde
x33	Cotella	Ñoquis	x69	Rivoli	Cinta rosca casera
x34	Cotella	Pampero	x70	Rivoli	Dedalito
x35	Cotella	Tirabuzón	x71	Rivoli	Pamperito
x36	Cotella	Entre Fino	x72	Rivoli	Puntita

VD: Variable de decisión. Fuente: Elaboración Propia

La empresa nos brindó los datos sobre la política utilizada para la producción de los stock mínimos y máximos en la producción de fideos comunicándonos que la misma fue decidida en base a la capacidad total del almacén, la capacidad de las



materias primas y envases para la elaboración de los fideos y ventas que se originan durante el transcurso del mes.

Tabla 2

VD	Stock Mínimo	Stock Máximo	VD	Stock Mínimo	Stock Máximo
x1	54.800,00	74.100,00	x37	15.200,00	40.650,00
x2	45.000,00	92.050,00	x38	7.903,00	12.538,00
x3	25.800,00	47.832,00	x39	13.731,00	26.308,00
x4	41.250,00	55.000,00	x40	1.750,00	4.900,00
x5	66.800,00	89.100,00	x41	4.200,00	12.320,00
x6	77.300,00	143.050,00	x42	8.650,00	16.500,00
x7	21.050,00	152.486,00	x43	11.050,00	22.700,00
x8	12.350,00	16.450,00	x44	17.800,00	41.750,00
x9	5.650,00	12.500,00	x45	12.900,00	25.150,00
x10	6.350,00	11.500,00	x46	2.350,00	20.760,00
x11	2.050,00	7.166,00	x47	1.400,00	10.526,00
x12	4.000,00	7.850,00	x48	1.650,00	16.030,00
x13	5.750,00	10.150,00	x49	950,00	5.318,00
x14	4.700,00	7.300,00	x50	1.300,00	5.560,00
x15	2.700,00	8.052,00	x51	1.900,00	6.900,00
x16	10.900,00	14.500,00	x52	2.650,00	11.950,00
x17	11.150,00	20.900,00	x53	2.350,00	10.080,00
x18	33.950,00	45.250,00	x54	2.700,00	19.890,00
x19	6.800,00	41.686,00	x55	7.950,00	10.598,00
x20	1.700,00	9.492,00	x56	5.550,00	10.400,00
x21	3.500,00	6.650,00	x57	17.600,00	87.512,00
x22	1.700,00	6.282,00	x58	10.350,00	17.800,00
x23	3.450,00	10.162,00	x59	4.344,00	14.480,00
x24	4.050,00	14.400,00	x60	3.850,00	8.133,00
x25	15.500,00	40.650,00	x61	6.581,00	23.966,00
x26	8.600,00	21.450,00	x62	3.000,00	14.740,00
x27	12.050,00	31.050,00	x63	5.450,00	14.768,00
x28	7.600,00	10.150,00	x64	2.600,00	10.878,00
x29	7.200,00	24.550,00	x65	3.150,00	23.850,00
x30	4.850,00	11.450,00	x66	6.000,00	167.946,00
x31	200,00	600,00	x67	4.200,00	21.659,00
x32	12.500,00	26.650,00	x68	6.150,00	33.208,00
x33	8.000,00	14.650,00	x69	4.200,00	12.320,00
x34	10.550,00	24.050,00	x70	1.600,00	13.940,00
x35	18.400,00	33.500,00	x71	2.000,00	16.410,00
x36	76.450,00	138.950,00	x72	1.000,00	7.560,00

Fuente: Elaboración Propia



Nos brindaron información sobre la demanda del mes de Junio 2021. Todos los clientes de la empresa son clientes mayoristas y los pedidos de ellos se realizan con anticipación, o bien ya está pactada mediante acuerdos comerciales que establecen la misma cantidad todos los meses. En virtud de ello, se puede disponer de la demanda del mes antes que comience. En el caso de las ventas inesperadas en el transcurso del mes, se cuenta con el stock mínimo de fideos para poder afrontarlas (Ver Tabla 3).

Tabla 3

VD	Demanda en unidades	Demanda en Kilos	VD	Demanda en unidades	Demanda en Kilos
x1	3.160,00	18.960,00	x37	3.400,00	20.400,00
x2	7.705,00	46.230,00	x38	573,00	3.438,00
x3	3.318,00	19.908,00	x39	1.784,00	10.704,00
x4	1.993,00	11.958,00	x40	350,00	2.100,00
x5	2.958,00	17.748,00	x41	277,00	1.662,00
x6	9.952,00	59.712,00	x42	984,00	5.904,00
x7	20.731,00	124.386,00	x43	1.586,00	9.516,00
x8	-	-	x44	3.460,00	20.760,00
x9	1.057,00	6.342,00	x45	1.950,00	11.700,00
x10	593,00	3.558,00	x46	2.935,00	17.610,00
x11	736,00	4.416,00	x47	1.446,00	8.676,00
x12	436,00	2.616,00	x48	2.305,00	13.830,00
x13	505,00	3.030,00	x49	678,00	4.068,00
x14	400,00	2.400,00	x50	635,00	3.810,00
x15	742,00	4.452,00	x51	725,00	4.350,00
x16	414,00	2.484,00	x52	1.400,00	8.400,00
x17	1.021,00	6.126,00	x53	1.155,00	6.930,00
x18	867,00	5.202,00	x54	2.715,00	16.290,00
x19	5.431,00	32.586,00	x55	-	-
x20	1.207,00	7.242,00	x56	392,00	2.352,00
x21	272,00	1.632,00	x57	10.677,00	64.062,00
x22	672,00	4.032,00	x58	875,00	5.250,00
x23	927,00	5.562,00	x59	1.448,00	8.688,00
x24	686,00	4.116,00	x60	505,00	3.030,00
x25	3.220,00	19.320,00	x61	2.532,00	15.192,00
x26	869,00	5.214,00	x62	1.790,00	10.740,00
x27	2.360,00	14.160,00	x63	1.253,00	7.518,00
x28	195,00	1.170,00	x64	1.238,00	7.428,00
x29	755,00	4.530,00	x65	3.275,00	19.650,00
x30	790,00	4.740,00	x66	26.666,00	159.996,00
x31	-	-	x67	2.339,00	14.034,00



x32	2.147,00	12.882,00	x68	4.168,00	25.008,00
x33	485,00	2.910,00	x69	-	-
x34	1.710,00	10.260,00	x70	1.965,00	11.790,00
x35	1.668,00	10.008,00	x71	2.285,00	13.710,00
x36	10.290,00	61.740,00	x72	1.010,00	6.060,00

Fuente: Elaboración Propia

Por ese motivo, el Mínimo a Producir es la suma de las ventas ya pactadas (Demanda) y el pronóstico de las ventas que se estiman que se van a realizar durante el mes (Stock Mínimo). Ver Tabla 4.

VD	Demanda en Kilos	Stock Mínimo	Mínimo a Producir	VD	Demanda en Kilos	Stock Mínimo	Mínimo a Producir
x1	18.960,00	54.800,00	73.760,00	x37	20.400,00	15.200,00	35.600,00
x2	46.230,00	45.000,00	91.230,00	x38	3.438,00	7.903,00	11.341,00
x3	19.908,00	25.800,00	45.708,00	x39	10.704,00	13.731,00	24.435,00
x4	11.958,00	41.250,00	53.208,00	x40	2.100,00	1.750,00	3.850,00
x5	17.748,00	66.800,00	84.548,00	x41	1.662,00	4.200,00	5.862,00
x6	59.712,00	77.300,00	137.012,00	x42	5.904,00	8.650,00	14.554,00
x7	124.386,00	21.050,00	145.436,00	x43	9.516,00	11.050,00	20.566,00
x8	-	12.350,00	12.350,00	x44	20.760,00	17.800,00	38.560,00
x9	6.342,00	5.650,00	11.992,00	x45	11.700,00	12.900,00	24.600,00
x10	3.558,00	6.350,00	9.908,00	x46	17.610,00	2.350,00	19.960,00
x11	4.416,00	2.050,00	6.466,00	x47	8.676,00	1.400,00	10.076,00
x12	2.616,00	4.000,00	6.616,00	x48	13.830,00	1.650,00	15.480,00
x13	3.030,00	5.750,00	8.780,00	x49	4.068,00	950	5.018,00
x14	2.400,00	4.700,00	7.100,00	x50	3.810,00	1.300,00	5.110,00
x15	4.452,00	2.700,00	7.152,00	x51	4.350,00	1.900,00	6.250,00
x16	2.484,00	10.900,00	13.384,00	x52	8.400,00	2.650,00	11.050,00
x17	6.126,00	11.150,00	17.276,00	x53	6.930,00	2.350,00	9.280,00
x18	5.202,00	33.950,00	39.152,00	x54	16.290,00	2.700,00	18.990,00
x19	32.586,00	6.800,00	39.386,00	x55	-	7.950,00	7.950,00
x20	7.242,00	1.700,00	8.942,00	x56	2.352,00	5.550,00	7.902,00
x21	1.632,00	3.500,00	5.132,00	x57	64.062,00	17.600,00	81.662,00
x22	4.032,00	1.700,00	5.732,00	x58	5.250,00	10.350,00	15.600,00
x23	5.562,00	3.450,00	9.012,00	x59	8.688,00	4.344,00	13.032,00
x24	4.116,00	4.050,00	8.166,00	x60	3.030,00	3.850,00	6.880,00
x25	19.320,00	15.500,00	34.820,00	x61	15.192,00	6.581,00	21.773,00
x26	5.214,00	8.600,00	13.814,00	x62	10.740,00	3.000,00	13.740,00
x27	14.160,00	12.050,00	26.210,00	x63	7.518,00	5.450,00	12.968,00
x28	1.170,00	7.600,00	8.770,00	x64	7.428,00	2.600,00	10.028,00
x29	4.530,00	7.200,00	11.730,00	x65	19.650,00	3.150,00	22.800,00
x30	4.740,00	4.850,00	9.590,00	x66	159.996,00	6.000,00	165.996,00



x31	-	200	200,00	x67	14.034,00	4.200,00	18.234,00
x32	12.882,00	12.500,00	25.382,00	x68	25.008,00	6.150,00	31.158,00
x33	2.910,00	8.000,00	10.910,00	x69	-	4.200,00	4.200,00
x34	10.260,00	10.550,00	20.810,00	x70	11.790,00	1.600,00	13.390,00
x35	10.008,00	18.400,00	28.408,00	x71	13.710,00	2.000,00	15.710,00
x36	61.740,00	76.450,00	138.190,00	x72	6.060,00	1.000,00	7.060,00

Fuente: Elaboración Propia

En la planta productiva de Fideos Rivoli existen 5 máquinas de producción. Cada una produce diferentes tipos de fideos dependiendo de la forma de los mismos. La capacidad de producción por hora de cada máquina es distinta. Por ejemplo todos los fideos largos (tallarín y entrefinos) se producen en una misma máquina. En la empresa llamaron a las máquinas de la siguiente forma:

- Corto C
- Corto B
- Nido B
- Nido A
- Largo B

Las máquinas pueden funcionar en promedio 21 hs por día, 6 días a la semana por los descansos y cambios de moldes para realizar los fideos. En cada una de las máquinas trabajan dos operarios (Ver tabla 5 y 6).

Tabla 5

Maquinas	Capacidad Kg/hs	Capacidad de prod. al mes
Corto C	2.500,00	1.365.000,00
Corto B	1.300,00	709.800,00
Nido B	700,00	382.200,00
Nido A	350,00	191.100,00
Largo B	2.250,00	1.228.500,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Máquina	VD	Máquina	VD
Corto B	x2	Nido A	x68
Corto B	x3	Nido A	x69
Corto B	x4	Corto C	x1
Corto B	x5	Corto C	x8



Corto B	x9	Corto C	x11
Corto B	x10	Corto C	x13
Corto B	x12	Corto C	x23
Corto B	x14	Corto C	x24
Corto B	x15	Corto C	x25
Corto B	x16	Corto C	x28
Corto B	x17	Corto C	x30
Corto B	x26	Corto C	x31
Corto B	x27	Corto C	x44
Corto B	x29	Corto C	x45
Corto B	x32	Corto C	x46
Corto B	x33	Corto C	x49
Corto B	x34	Corto C	x51
Corto B	x35	Corto C	x60
Corto B	x38	Corto C	x70
Corto B	x39	Corto C	x71
Corto B	x47	Corto C	x72
Corto B	x48	Largo B	x6
Corto B	x50	Largo B	x7
Corto B	x52	Largo B	x18
Corto B	x53	Largo B	x19
Corto B	x54	Largo B	x36
Corto B	x55	Largo B	x37
Corto B	x56	Largo B	x57
Corto B	x59	Largo B	x58
Corto B	x61	Nido B	x20
Nido A	x62	Nido B	x21
Nido A	x63	Nido B	x22
Nido A	x64	Nido B	x40
Nido B	x65	Nido B	x41
Nido B	x66	Nido B	x42
Nido B	x67	Nido B	x43

Fuente: Elaboración Propia

Por último, la capacidad del almacén donde se acopian todos los tipos de fideos de todas las marcas es de 2.000.000,00 kg.

Los precios de venta que se les cobra a todos los clientes fueron dados por la empresa. Existen para cierto tipo de clientes descuentos especiales que se realizan mediante notas de crédito.

Calculamos los costos de materia prima y mano de obra directa en base las recetas de harina, sémola y molidos de fideos, dependiendo el tipo y marca. También se tuvo en cuenta el tipo de envase en el que se fracciona el fideo (Ver Tabla 6).



Tabla 6

VD	P.V.	C.U. MP X KG	CM Supra Variable	VD	P.V.	C.U. MP X KG	CM Supra Variable
x1	\$ 48,16	\$ 31,93	\$ 16,23	x37	\$ 52,97	\$ 34,23	\$ 18,74
x2	\$ 48,16	\$ 33,39	\$ 14,76	x38	\$ 62,02	\$ 33,57	\$ 28,45
x3	\$ 48,16	\$ 32,41	\$ 15,74	x39	\$ 62,02	\$ 33,57	\$ 28,45
x4	\$ 48,16	\$ 33,39	\$ 14,76	x40	\$ 62,02	\$ 36,32	\$ 25,69
x5	\$ 48,16	\$ 33,39	\$ 14,76	x41	\$ 62,02	\$ 36,32	\$ 25,69
x6	\$ 48,16	\$ 33,39	\$ 14,76	x42	\$ 62,02	\$ 36,32	\$ 25,69
x7	\$ 48,16	\$ 33,39	\$ 14,76	x43	\$ 62,02	\$ 37,07	\$ 24,95
x8	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x44	\$ 62,02	\$ 33,57	\$ 28,45
x9	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x45	\$ 62,02	\$ 33,57	\$ 28,45
x10	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x46	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x11	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x47	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x12	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x48	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x13	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x49	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x14	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x50	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x15	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x51	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x16	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x52	\$ 67,14	\$ 35,00	\$ 32,14
x17	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x53	\$ 67,14	\$ 35,00	\$ 32,14
x18	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x54	\$ 67,14	\$ 35,00	\$ 32,14
x19	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x55	\$ 67,14	\$ 35,00	\$ 32,14
x20	\$ 60,95	\$ 35,85	\$ 25,10	x56	\$ 67,14	\$ 35,00	\$ 32,14
x21	\$ 60,95	\$ 35,85	\$ 25,10	x57	\$ 67,14	\$ 33,67	\$ 33,47
x22	\$ 60,95	\$ 36,59	\$ 24,35	x58	\$ 67,14	\$ 33,67	\$ 33,47
x23	\$ 52,97	\$ 33,62	\$ 19,35	x59	\$ 82,61	\$ 32,98	\$ 49,63
x24	\$ 52,97	\$ 33,62	\$ 19,35	x60	\$ 82,61	\$ 32,98	\$ 49,63
x25	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x61	\$ 82,61	\$ 32,98	\$ 49,63
x26	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x62	\$ 82,61	\$ 35,89	\$ 46,72
x27	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x63	\$ 82,61	\$ 36,64	\$ 45,97
x28	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x64	\$ 82,61	\$ 35,89	\$ 46,72
x29	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x65	\$ 82,61	\$ 35,89	\$ 46,72
x30	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x66	\$ 82,61	\$ 35,89	\$ 46,72
x31	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x67	\$ 82,61	\$ 35,89	\$ 46,72
x32	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x68	\$ 82,61	\$ 36,64	\$ 45,97
x33	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x69	\$ 82,61	\$ 36,64	\$ 45,97
x34	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x70	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x35	\$ 52,97	\$ 33,57	\$ 19,40	x71	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16
x36	\$ 52,97	\$ 34,10	\$ 18,87	x72	\$ 67,14	\$ 32,98	\$ 34,16

Fuente: Elaboración Propia.



6. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

A partir del análisis y estudio de los datos, nos encontramos en condiciones de modelizar el problema. Para lo cual utilizamos el modelo de PL, y como herramienta de soporte para la modelización utilizamos Opensolver, un complemento de Excel que sirve para reemplazar a Solver cuando se necesita resolver un modelo que supere las 100 restricciones.

Variables de Decisión

El primer paso para modelar este problema se realizó en el desarrollo del presente trabajo. Se asignaron las variables de decisión a los tipos de fideos con sus respectivas marcas, las cuales son susceptibles de cambios. En total son 72.

La empresa pretende encontrar la mezcla óptima de kilos a producir para maximizar la utilidad, por lo tanto nuestras variables son:

1. Cantidad de kilos a producir de Fideo Codito de la marca Ricatto = X1
2. Cantidad de Kilos a producir de Fideo Dedales de la marca Ricatto = X2
3. Cantidad de kilos a producir de Fideo Macarrón de la marca Ricatto = X3
- .
- .
- .
72. Cantidad de kilos a producir de Fideo Puntita de la marca Rivoli = X72

Se utilizó un modelo de PL con variables continuas y luego se modelizó con variables de decisión enteras para probar la razonabilidad de la solución continua.

Función Objetivo

Nuestra función objetivo estuvo definida por la contribución marginal supra variable definida de la siguiente manera:

$$\text{F.O. Max. CM Supra Variable} = 16,23 X1 + 14,76 X2 + 15,74 X3 + 14,76 X4 + \dots + 34,16 X72$$

Restricciones

Los recursos de materia prima y la capacidad de la empresa son escasos y por ello se definen restricciones para el modelo.

1. La primera restricción que planteamos está relacionada con la demanda de los fideos, que es lo mínimo a producir de cada tipo y marca de fideos. La restricción está definida entre la demanda del mes de Junio y lo establecido por la empresa como el stock mínimo, el mismo, surge de un pronóstico de las ventas que se realizan a clientes que surgen en el transcurso del mes. Por ese motivo se requiere de un mínimo a producir en kilos de cada fideo para cubrir la ventas ya pactadas y las ventas realizadas durante el mes corriente.



Restricción Mínimo a Producir 1 = $X_1 \leq 73.760$ kg

Restricción Mínimo a Producir 2 = $X_2 \geq 91.230$ kg

Restricción Mínimo a Producir 3 = $X_3 \geq 45.708$ kg

·
·
·

Restricción Mínimo a Producir 72 = $X_{72} \geq 7.060$ kg

2. La segunda restricción estuvo definida por el stock máximo de kilos a producir de cada tipo de fideo y su marca. El mismo se estableció en base a la capacidad disponible de las materias primas destinada para cada tipo y marca, los envases y demás insumos utilizados en la producción de fideos.

Restricción Máximo a Producir 1 = $X_1 \leq 74.100$ kg

Restricción Máximo a Producir 2 = $X_2 \leq 92.050$ kg

Restricción Máximo a Producir 3 = $X_3 \leq 47.803$ kg

·
·
·

Restricción Máximo a Producir 72 = $X_{72} \leq 7.560$ kg

3. La tercera restricción está definida por las máquinas instaladas en la planta, las cuales pueden funcionar un máximo de capacidad por mes. Esta capacidad instalada está determinada por las horas antes mencionadas y la producción de diferentes tipos de fideos según su forma.

Restricción Capacidad de kilos Máximo que puede producir Maquina Corto C = $X_1 + X_8 + X_{11} + X_{13} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{28} + X_{30} + X_{31} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{49} + X_{51} + X_{60} + X_{70} + X_{71} + X_{72} \leq 1.365.000$

Restricción Capacidad de kilos Máximo que puede producir Maquina Corto B = $X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_9 + X_{10} + X_{12} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{26} + X_{27} + X_{29} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{38} + X_{39} + X_{47} + X_{48} + X_{50} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{55} + X_{56} + X_{59} + X_{61} \leq 709.800$

Restricción Capacidad de kilos Máximo que puede producir Maquina Nido B = $X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{40} + X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{65} + X_{66} + X_{67} \leq 382.200$

Restricción Capacidad de kilos Máximo que puede producir Maquina Nido A = $X_{62} + X_{63} + X_{64} + X_{68} + X_{69} \leq 191.100$

Restricción Capacidad de kilos Máximo que puede producir Maquina Largo B = $X_6 + X_7 + X_{18} + X_{19} + X_{36} + X_{37} + X_{57} + X_{58} \leq 1.228.500$



4. La cuarta restricción está definida por la Capacidad Total que existe en el Almacén de Productos Terminados de la empresa, ahí se depositan todos los tipos y marcas de fideos. El mismo tiene una capacidad de 2.000.000 kg en total

$$\text{Restricción Capacidad Almacén} = X1 + X2 + X3 + \dots + X72 \leq 2.000.000$$

Solución

Mediante la herramienta OpenSolver se resolvió el modelo con variables continuas y con variables enteras. Ambas dieron el mismo resultado en la cantidad de fideos a producir; no hubo diferencias. Por lo tanto, se muestra la solución y los análisis de post optimalidad de las variables continuas para ayudar a la gerencia a una mejor toma de decisiones en el problema planteado.

La mezcla óptima de producción de kilos de fideos a producir con respecto a su marca y tipo es la siguiente:

VD	Marca	Tipo	Cantidad Óptima (kg)	VD	Marca	Tipo	Cantidad Óptima (kg)
X1	Ricatto	Codito	73.760,00	X37	Cotella	Tallarines	35.600,00
X2	Ricatto	Dedales	91.230,00	X38	Cotella	Moño Gde.	11.341,00
X3	Ricatto	Macarrón	45.708,00	X39	Cotella	Moño Med.	24.435,00
X4	Ricatto	Pampero	53.208,00	X40	Cotella	Cinta Rosca	4.900,00
X5	Ricatto	Tirabuzón	84.548,00	X41	Cotella	Entre F./Spaghetti	12.320,00
X6	Ricatto	Entre Fino	137.012,00	X42	Cotella	Tallarines Rosca	16.500,00
X7	Ricatto	Tallarines	145.436,00	X43	Cotella	Tall.Verde	22.700,00
X8	Chicago	Codito	12.350,00	X44	Cotella	Dedalito	41.750,00
X9	Chicago	Codo Grande	11.992,00	X45	Cotella	Pamperito	25.150,00
X10	Chicago	Dedales	9.908,00	X46	Rivoli	Codito	20.760,00
X11	Chicago	Fusilis	6.466,00	X47	Rivoli	Codo Gde.	10.526,00
X12	Chicago	Macarrón	6.616,00	X48	Rivoli	Dedales	16.030,00
X13	Chicago	Macarroncito	8.780,00	X49	Rivoli	Fusilis	5.318,00
X14	Chicago	Mostacho	7.100,00	X50	Rivoli	Macarrón	5.560,00
X15	Chicago	Ñoquis	7.152,00	X51	Rivoli	Macarcto.	6.900,00
X16	Chicago	Pampero	13.384,00	X52	Rivoli	Mostacho	11.950,00
X17	Chicago	Tirabuzón	17.276,00	X53	Rivoli	Ñoquis	10.080,00
X18	Chicago	Entre Fino	39.152,00	X54	Rivoli	Pampero	19.890,00
X19	Chicago	Tallarín	41.224,00	X55	Rivoli	Tirabuzón Color	10.598,00
X20	Chicago	Cinta Rosca	9.492,00	X56	Rivoli	Tirabuzón	10.400,00
X21	Chicago	Tallarines Rosca	6.650,00	X57	Rivoli	Entre Fino	87.512,00
X22	Chicago	Tall.Verde	6.282,00	X58	Rivoli	Tallarines	17.800,00



X23	Chicago	Dedalito	10.162,00	X59	Rivoli	Moño Gde.	14.480,00
X24	Chicago	Pamperito	14.400,00	X60	Rivoli	Moñitos	8.133,00
X25	Cotella	Codito	34.820,00	X61	Rivoli	Moño Med.	23.966,00
X26	Cotella	Codo Gde.	13.814,00	X62	Rivoli	Cab. Angel	14.740,00
X27	Cotella	Dedales	26.210,00	X63	Rivoli	Cinta Argentina verde	14.768,00
X28	Cotella	Fusilis	8.770,00	X64	Rivoli	Cinta Argentina Am.	10.878,00
X29	Cotella	Macarrón	11.730,00	X65	Rivoli	Cinta Rosca	23.850,00
X30	Cotella	Macarcto.	9.590,00	X66	Rivoli	Entre F./Spaghetti	167.946,00
X31	Cotella	Mostacholis	200,00	X67	Rivoli	Tallarines Rosca	21.659,00
X32	Cotella	Mostacho	25.382,00	X68	Rivoli	Tall. Verde	33.208,00
X33	Cotella	Ñoquis	10.910,00	X69	Rivoli	Cinta rosca casera	12.320,00
X34	Cotella	Pampero	20.810,00	X70	Rivoli	Dedalito	13.940,00
X35	Cotella	Tirabuzón	28.408,00	X71	Rivoli	Pamperito	16.410,00
X36	Cotella	Entre Fino	138.190,00	X72	Rivoli	Puntita	7.560,00

Fuente: Elaboración Propia

Estas cantidades nos generan una Contribución Marginal Supra Variable total de:
\$50.134.800,60.

Análisis de Sensibilidad

El complemento de Excel OpenSolver nos brindó el análisis de sensibilidad del modelo con respecto a las variables de decisión y las restricciones. El mismo, se encuentra en el Anexo (Pág. 18).

7. CONCLUSIONES

Como corolario de este trabajo podemos afirmar que hay ciertos fideos que representan un recurso de cuello de botella para la empresa, es decir, se está produciendo el stock máximo que se puede producir de estos, los cuales son:

VD	Marca	Tipo de Fideo	VD	Marca	Tipo de Fideo
X20	Chicago	Cinta Rosca	X54	Rivoli	Pampero
X21	Chicago	Tallarines Rosca	X55	Rivoli	Tirabuzón Color
X22	Chicago	Tall. Verde	X56	Rivoli	Tirabuzón
X23	Chicago	Dedalito	X57	Rivoli	Entre Fino
X24	Chicago	Pamperito	X58	Rivoli	Tallarines
X40	Cotella	Cinta Rosca	X59	Rivoli	Moño Gde.
X41	Cotella	Entre F./Spaghetti	X60	Rivoli	Moñitos
X42	Cotella	Tallarines Rosca	X61	Rivoli	Moño Med.
X43	Cotella	Tall. Verde	X62	Rivoli	Cab. Angel
X44	Cotella	Dedalito	X63	Rivoli	Cinta Argentina verde



X45	Cotella	Pamperito	X64	Rivoli	Cinta Argentina Amarilla
X46	Rivoli	Codito	X65	Rivoli	Cinta Rosca
X47	Rivoli	Codo Gde.	X66	Rivoli	Entre F./Spaghetti
X48	Rivoli	Dedales	X67	Rivoli	Tallarines Rosca
X49	Rivoli	Fusilis	X68	Rivoli	Tall.Verde
X50	Rivoli	Macarrón	X69	Rivoli	Cinta rosca casera
X51	Rivoli	Macarcto.	X70	Rivoli	Dedalito
X52	Rivoli	Mostacho	X71	Rivoli	Pamperito
X53	Rivoli	Ñoquis	X72	Rivoli	Puntita

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las máquinas, podemos concluir que todas están operando lejos de su máxima capacidad de producción posible, es decir, presentan holgura.

Máquina	Kg a Producir en el mes	Capacidad en Kg en el mes
Corto C	325.219,00	1.365.000,00
Corto B	654.642,00	709.800,00
Nido B	292.299,00	382.200,00
Nido A	85.914,00	191.100,00
Largo B	641.926,00	1.228.500,00

Fuente: Elaboración Propia

Apartado de celdas de variables

En esta tabla, el costo reducido nos indica cuánto deben reducirse los costos de cada variable para que sea viable producir al menos una unidad de este producto, dentro del rango de optimalidad, que estará delimitado por la resta del valor objetivo menos la disminución permitida, y la suma del valor objetivo más el aumento permitido

En el presente trabajo todas las variables de decisión tienen un costo reducido igual a cero, ya que todas las unidades se están elaborando de acuerdo al plan de producción presentado por la empresa.

Apartado de restricciones

Este apartado nos indica el precio sombra que nos permite evaluar situaciones gerenciales, nos indica en cuánto varía el valor de la función objetivo si se aumenta una unidad en el lado derecho de la restricción, dentro del rango de factibilidad que está determinado por valor de la restricción del lado derecho menos el permisible reducir y el valor de la restricción del lado derecho mas el permisible



aumentar. Aquellas variables con precios sombra iguales a cero no aportarán una mejora a la solución óptima en caso de modificarse marginalmente.

Por ejemplo, siempre que la cantidad máxima de producción del fideo Dedalito de la marca Chicago se mantenga en el intervalo 5820-8120 unidades, el cambio en la solución óptima de \$5,69 por cada unidad de variación de la demanda será válido. Fuera de estos límites deberá realizarse un nuevo cálculo ya que el precio sombra no servirá para evaluar los impactos sobre la solución óptima.

Podemos concluir que únicamente el 29% del total de fideos de la marca Cotella y del 100% de todos los tipos de fideos de la marca Rivoli poseen precio sombra.

Conclusión Final

Como pudimos demostrar en el presente trabajo, es factible la aplicación del modelo de PL para determinar la mezcla óptima de producción de fideos que permita a la empresa maximizar su utilidad. Este modelo es adaptable a la situación actual de la empresa y la misma podría utilizarse como base a partir de este momento, cambiando todos los meses la demanda, los stock mínimos y futuras restricciones que puedan surgir en la organización.

Toda la información proporcionada en el trabajo será de gran utilidad para el Sector Producción de la empresa Fideos Rivoli.

8- BIBLIOGRAFÍA

- BARRY RENDER, RALPH M. STAIR, JR. MICHAEL E. HANNA, TREVOR S. HALE (2016). *Métodos Cuantitativos para los Negocios. 12va Edición.* Pearson.
- CHARLES T. HORNGREN. SRIKANT M. DATAR. MADHAV V. RAJAN. (2013). *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial.* 14va Edición. Pearson.
- G.D. EPPEN, F.J. GOULD, C.P. SCHMIDT, JEFFREY H. MOORE, LARRY R. WEATHERFORD: *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa.* 5ta Edición. Pearson.
- SAMPIERI, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación.* Mc Graw Hill 6ta edición.

9- ANEXO

Apartado de celdas de variables

Celdas	Nombre	Valor Final	Costos Reducidos	Valor Objetivo	Aumento Permitido	Disminución Permitida
B5	VD x1	73760	0	16,225732	3,1748961	1E+100



C5	VD x2	91230	0	14,763388	4,6372401	1E+100
D5	VD x3	45708	0	15,740798	3,6598301	1E+100
E5	VD x4	53208	0	15,487335	3,91329343	1E+100
F5	VD x5	84548	0	15,487335	3,91329343	1E+100
G5	VD x6	137012	0	14,763388	4,6372401	1E+100
H5	VD x7	145436	0	14,763388	4,6372401	1E+100
I5	VD x8	12350	0	14,763388	4,6372401	1E+100
J5	VD x9	11992	0	14,763388	4,6372401	1E+100
K5	VD x10	9908	0	19,400628	0	1E+100
L5	VD x11	6466	0	19,400628	0	1E+100
M5	VD x12	6616	0	19,400628	0	1E+100
N5	VD x13	8780	0	19,400628	0	1E+100
O5	VD x14	7100	0	19,400628	0	1E+100
P5	VD x15	7152	0	19,400628	0	1E+100
Q5	VD x16	13384	0	19,400628	0	1E+100
R5	VD x17	17276	0	19,400628	0	1E+100
S5	VD x18	39152	0	19,400628	0	1E+100
T5	VD x19	41224	0	19,400628	0	0
U5	VD x20	9492	0	19,400628	1E+100	0
V5	VD x21	6650	0	19,400628	1E+100	0
W5	VD x22	6282	0	25,098636	1E+100	5,69800788
X5	VD x23	10162	0	25,098636	1E+100	5,69800788
Y5	VD x24	14400	0	24,351982	1E+100	4,95135428
Z5	VD x25	34820	0	19,350628	0,0500001	1E+100
AA5	VD x26	13814	0	19,350628	0,0500001	1E+100
AB5	VD x27	26210	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AC5	VD x28	8770	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AD5	VD x29	11730	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AE5	VD x30	9590	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AF5	VD x31	200	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AG5	VD x32	25382	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AH5	VD x33	10910	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AI5	VD x34	20810	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AJ5	VD x35	28408	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AK5	VD x36	138190	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AL5	VD x37	35600	0	19,39966	0,00096843	1E+100
AM5	VD x38	11341	0	18,87352	0,52710843	1E+100
AN5	VD x39	24435	0	18,738121	0,66250688	1E+100
AO5	VD x40	4900	0	28,446327	1E+100	9,04569843
AP5	VD x41	12320	0	28,446327	1E+100	9,04569843
AQ5	VD x42	16500	0	25,693194	1E+100	6,29256622
AR5	VD x43	22700	0	25,693194	1E+100	6,29256622
AS5	VD x44	41750	0	25,693194	1E+100	6,29256622
AT5	VD x45	25150	0	24,946541	1E+100	5,54591262
AU5	VD x46	20760	0	28,446327	1E+100	9,04569843



AV5	VD x47	10526	0	28,446327	1E+100	9,04569843
AW5	VD x48	16030	0	34,158188	1E+100	14,7575601
AX5	VD x49	5318	0	34,158188	1E+100	14,7575601
AY5	VD x50	5560	0	34,158188	1E+100	14,7575601
AZ5	VD x51	6900	0	34,158188	1E+100	14,7575601
BA5	VD x52	11950	0	34,158188	1E+100	14,7575601
BB5	VD x53	10080	0	34,158188	1E+100	14,7575601
BC5	VD x54	19890	0	32,135	1E+100	12,7343719
BD5	VD x55	10598	0	32,135	1E+100	12,7343719
BE5	VD x56	10400	0	32,135	1E+100	12,7343719
BF5	VD x57	87512	0	32,135	1E+100	12,7343719
BG5	VD x58	17800	0	32,135	1E+100	12,7343719
BH5	VD x59	14480	0	33,469948	1E+100	14,0693201
BI5	VD x60	8133	0	33,469948	1E+100	14,0693201
BJ5	VD x61	23966	0	49,631522	1E+100	30,2308934
BK5	VD x62	14740	0	49,631522	1E+100	30,2308934
BL5	VD x63	14768	0	49,631522	1E+100	30,2308934
BM5	VD x64	10878	0	46,716289	1E+100	27,3156612
BN5	VD x65	23850	0	45,969636	1E+100	26,5690076
BO5	VD x66	167946	0	46,716289	1E+100	27,3156612
BP5	VD x67	21659	0	46,716289	1E+100	27,3156612
BQ5	VD x68	33208	0	46,716289	1E+100	27,3156612
BR5	VD x69	12320	0	46,716289	1E+100	27,3156612
BS5	VD x70	13940	0	45,969636	1E+100	26,5690076
BT5	VD x71	16410	0	45,969636	1E+100	26,5690076
BU5	VD x72	7560	0	34,158188	1E+100	14,7575601

Fuente: Complemento de Excel OpenSolver

Apartado de restricciones

Celda	Nombre	Valor Final	Precio Sombra	Valor RHS	Aumento Permitted	Disminución Permitted
BV79<=BX79	R. Stock Máximo	73760	0,000	74100	1E+100	340
BV80<=BX80	R. Stock Máximo	91230	0,000	92050	1E+100	820
BV81<=BX81	R. Stock Máximo	45708	0,000	47832	1E+100	2124
BV82<=BX82	R. Stock Máximo	53208	0,000	55000	1E+100	1792
BV83<=BX83	R. Stock Máximo	84548	0,000	89100	1E+100	4552
BV84<=BX84	R. Stock Máximo	137012	0,000	143050	1E+100	6038
BV85<=BX85	R. Stock Máximo	145436	0,000	152486	1E+100	7050
BV86<=BX86	R. Stock Máximo	12350	0,000	16450	1E+100	4100
BV87<=BX87	R. Stock Máximo	11992	0,000	12500	1E+100	508
BV88<=BX88	R. Stock Máximo	9908	0,000	11500	1E+100	1592
BV89<=BX89	R. Stock Máximo	6466	0,000	7166	1E+100	700



BV90<=BX90	R. Stock Máximo	6616	0,000	7850	1E+100	1234
BV91<=BX91	R. Stock Máximo	8780	0,000	10150	1E+100	1370
BV92<=BX92	R. Stock Máximo	7100	0,000	7300	1E+100	200
BV93<=BX93	R. Stock Máximo	7152	0,000	8052	1E+100	900
BV94<=BX94	R. Stock Máximo	13384	0,000	14500	1E+100	1116
BV95<=BX95	R. Stock Máximo	17276	0,000	20900	1E+100	3624
BV96<=BX96	R. Stock Máximo	39152	0,000	45250	1E+100	6098
BV97<=BX97	R. Stock Máximo	41224	0,000	41686	1E+100	462
BV98<=BX98	R. Stock Máximo	9492	0,000	9492	1838	462
BV99<=BX99	R. Stock Máximo	6650	0,000	6650	1838	462
BV100<=BX100	R. Stock Máximo	6282	5,698	6282	1838	462
BV101<=BX101	R. Stock Máximo	10162	5,698	10162	1838	462
BV102<=BX102	R. Stock Máximo	14400	4,951	14400	1838	462
BV103<=BX103	R. Stock Máximo	34820	0,000	40650	1E+100	5830
BV104<=BX104	R. Stock Máximo	13814	0,000	21450	1E+100	7636
BV105<=BX105	R. Stock Máximo	26210	0,000	31050	1E+100	4840
BV106<=BX106	R. Stock Máximo	8770	0,000	10150	1E+100	1380
BV107<=BX107	R. Stock Máximo	11730	0,000	24550	1E+100	12820
BV108<=BX108	R. Stock Máximo	9590	0,000	11450	1E+100	1860
BV109<=BX109	R. Stock Máximo	200	0,000	600	1E+100	400
BV110<=BX110	R. Stock Máximo	25382	0,000	26650	1E+100	1268
BV111<=BX111	R. Stock Máximo	10910	0,000	14650	1E+100	3740
BV112<=BX112	R. Stock Máximo	20810	0,000	24050	1E+100	3240
BV113<=BX113	R. Stock Máximo	28408	0,000	33500	1E+100	5092
BV114<=BX114	R. Stock Máximo	138190	0,000	138950	1E+100	760
BV115<=BX115	R. Stock Máximo	35600	0,000	40650	1E+100	5050
BV116<=BX116	R. Stock Máximo	11341	0,000	12538	1E+100	1197
BV117<=BX117	R. Stock Máximo	24435	0,000	26308	1E+100	1873
BV118<=BX118	R. Stock Máximo	4900	9,046	4900	1838	462
BV119<=BX119	R. Stock Máximo	12320	9,046	12320	1838	462
BV120<=BX120	R. Stock Máximo	16500	6,293	16500	1838	462
BV121<=BX121	R. Stock Máximo	22700	6,293	22700	1838	462
BV122<=BX122	R. Stock Máximo	41750	6,293	41750	1838	462
BV123<=BX123	R. Stock Máximo	25150	5,546	25150	1838	462
BV124<=BX124	R. Stock Máximo	20760	9,046	20760	1838	462
BV125<=BX125	R. Stock Máximo	10526	9,046	10526	1838	450
BV126<=BX126	R. Stock Máximo	16030	14,758	16030	1838	462
BV127<=BX127	R. Stock Máximo	5318	14,758	5318	1838	300
BV128<=BX128	R. Stock Máximo	5560	14,758	5560	1838	450
BV129<=BX129	R. Stock Máximo	6900	14,758	6900	1838	462
BV130<=BX130	R. Stock Máximo	11950	14,758	11950	1838	462
BV131<=BX131	R. Stock Máximo	10080	14,758	10080	1838	462
BV132<=BX132	R. Stock Máximo	19890	12,734	19890	1838	462
BV133<=BX133	R. Stock Máximo	10598	12,734	10598	1838	462
BV134<=BX134	R. Stock Máximo	10400	12,734	10400	1838	462



BV135<=BX135	R. Stock Máximo	87512	12,734	87512	1838	462
BV136<=BX136	R. Stock Máximo	17800	12,734	17800	1838	462
BV137<=BX137	R. Stock Máximo	14480	14,069	14480	1838	462
BV138<=BX138	R. Stock Máximo	8133	14,069	8133	1838	462
BV139<=BX139	R. Stock Máximo	23966	30,231	23966	1838	462
BV140<=BX140	R. Stock Máximo	14740	30,231	14740	1838	462
BV141<=BX141	R. Stock Máximo	14768	30,231	14768	1838	462
BV142<=BX142	R. Stock Máximo	10878	27,316	10878	1838	462
BV143<=BX143	R. Stock Máximo	23850	26,569	23850	1838	462
BV144<=BX144	R. Stock Máximo	167946	27,316	167946	1838	462
BV145<=BX145	R. Stock Máximo	21659	27,316	21659	1838	462
BV146<=BX146	R. Stock Máximo	33208	27,316	33208	1838	462
BV147<=BX147	R. Stock Máximo	12320	27,316	12320	1838	462
BV148<=BX148	R. Stock Máximo	13940	26,569	13940	1838	462
BV149<=BX149	R. Stock Máximo	16410	26,569	16410	1838	462
BV150<=BX150	R. Stock Máximo	7560	14,758	7560	1838	462
BV151<=BX151	R. Maq. Corto C	325219	0,000	1365000	1E+100	1039781
BV152<=BX152	R. Maq. Corto B	654642	0,000	709800	1E+100	55158
BV153<=BX153	R. Maq. Nido B	292299	0,000	382200	1E+100	89901
BV154<=BX154	R. Maq. Nido A	85914	0,000	191100	1E+100	105186
BV155<=BX155	R. Maq. Largo B	641926	0,000	1228500	1E+100	586574
BV156<=BX156	R. Cap. Almacén	0	19,401	2000000	462	1838
BV7>=BX7	R. Mínimo a Producir	73760	-3,175	73760	340	462
BV8>=BX8	R. Mínimo a Producir	91230	-4,637	91230	820	462
BV9>=BX9	R. Mínimo a Producir	45708	-3,660	45708	1838	462
BV10>=BX10	R. Mínimo a Producir	53208	-3,913	53208	1792	462
BV11>=BX11	R. Mínimo a Producir	84548	-3,913	84548	1838	462
BV12>=BX12	R. Mínimo a Producir	137012	-4,637	137012	1838	462
BV13>=BX13	R. Mínimo a Producir	145436	-4,637	145436	1838	462
BV14>=BX14	R. Mínimo a Producir	12350	-4,637	12350	1838	462
BV15>=BX15	R. Mínimo a Producir	11992	-4,637	11992	508	462
BV16>=BX16	R. Mínimo a Producir	9908	0,000	9908	1592	462
BV17>=BX17	R. Mínimo a Producir	6466	0,000	6466	700	462



BV18>=BX18	R. Mínimo a Producir	6616	0,000	6616	1234	462
BV19>=BX19	R. Mínimo a Producir	8780	0,000	8780	1370	462
BV20>=BX20	R. Mínimo a Producir	7100	0,000	7100	200	462
BV21>=BX21	R. Mínimo a Producir	7152	0,000	7152	900	462
BV22>=BX22	R. Mínimo a Producir	13384	0,000	13384	1116	462
BV23>=BX23	R. Mínimo a Producir	17276	0,000	17276	1838	462
BV24>=BX24	R. Mínimo a Producir	39152	0,000	39152	1838	462
BV25>=BX25	R. Mínimo a Producir	41224	0,000	39386	1838	1E+100
BV26>=BX26	R. Mínimo a Producir	9492	0,000	8942	550	1E+100
BV27>=BX27	R. Mínimo a Producir	6650	0,000	5132	1518	1E+100
BV28>=BX28	R. Mínimo a Producir	6282	0,000	5732	550	1E+100
BV29>=BX29	R. Mínimo a Producir	10162	0,000	9012	1150	1E+100
BV30>=BX30	R. Mínimo a Producir	14400	0,000	8166	6234	1E+100
BV31>=BX31	R. Mínimo a Producir	34820	-0,050	34820	1838	462
BV32>=BX32	R. Mínimo a Producir	13814	-0,050	13814	1838	462
BV33>=BX33	R. Mínimo a Producir	26210	-0,001	26210	1838	462
BV34>=BX34	R. Mínimo a Producir	8770	-0,001	8770	1380	462
BV35>=BX35	R. Mínimo a Producir	11730	-0,001	11730	1838	462
BV36>=BX36	R. Mínimo a Producir	9590	-0,001	9590	1838	462
BV37>=BX37	R. Mínimo a Producir	200	-0,001	200	400	200
BV38>=BX38	R. Mínimo a Producir	25382	-0,001	25382	1268	462
BV39>=BX39	R. Mínimo a Producir	10910	-0,001	10910	1838	462
BV40>=BX40	R. Mínimo a Producir	20810	-0,001	20810	1838	462



BV41>=BX41	R. Mínimo a Producir	28408	-0,001	28408	1838	462
BV42>=BX42	R. Mínimo a Producir	138190	-0,001	138190	760	462
BV43>=BX43	R. Mínimo a Producir	35600	-0,001	35600	1838	462
BV44>=BX44	R. Mínimo a Producir	11341	-0,527	11341	1197	462
BV45>=BX45	R. Mínimo a Producir	24435	-0,663	24435	1838	462
BV46>=BX46	R. Mínimo a Producir	4900	0,000	3850	1050	1E+100
BV47>=BX47	R. Mínimo a Producir	12320	0,000	5862	6458	1E+100
BV48>=BX48	R. Mínimo a Producir	16500	0,000	14554	1946	1E+100
BV49>=BX49	R. Mínimo a Producir	22700	0,000	20566	2134	1E+100
BV50>=BX50	R. Mínimo a Producir	41750	0,000	38560	3190	1E+100
BV51>=BX51	R. Mínimo a Producir	25150	0,000	24600	550	1E+100
BV52>=BX52	R. Mínimo a Producir	20760	0,000	19960	800	1E+100
BV53>=BX53	R. Mínimo a Producir	10526	0,000	10076	450	1E+100
BV54>=BX54	R. Mínimo a Producir	16030	0,000	15480	550	1E+100
BV55>=BX55	R. Mínimo a Producir	5318	0,000	5018	300	1E+100
BV56>=BX56	R. Mínimo a Producir	5560	0,000	5110	450	1E+100
BV57>=BX57	R. Mínimo a Producir	6900	0,000	6250	650	1E+100
BV58>=BX58	R. Mínimo a Producir	11950	0,000	11050	900	1E+100
BV59>=BX59	R. Mínimo a Producir	10080	0,000	9280	800	1E+100
BV60>=BX60	R. Mínimo a Producir	19890	0,000	18990	900	1E+100
BV61>=BX61	R. Mínimo a Producir	10598	0,000	7950	2648	1E+100
BV62>=BX62	R. Mínimo a Producir	10400	0,000	7902	2498	1E+100
BV63>=BX63	R. Mínimo a Producir	87512	0,000	81662	5850	1E+100



BV64>=BX64	R. Mínimo a Producir	17800	0,000	15600	2200	1E+100
BV65>=BX65	R. Mínimo a Producir	14480	0,000	13032	1448	1E+100
BV66>=BX66	R. Mínimo a Producir	8133	0,000	6880	1253	1E+100
BV67>=BX67	R. Mínimo a Producir	23966	0,000	21773	2193	1E+100
BV68>=BX68	R. Mínimo a Producir	14740	0,000	13740	1000	1E+100
BV69>=BX69	R. Mínimo a Producir	14768	0,000	12968	1800	1E+100
BV70>=BX70	R. Mínimo a Producir	10878	0,000	10028	850	1E+100
BV71>=BX71	R. Mínimo a Producir	23850	0,000	22800	1050	1E+100
BV72>=BX72	R. Mínimo a Producir	167946	0,000	165996	1950	1E+100
BV73>=BX73	R. Mínimo a Producir	21659	0,000	18234	3425	1E+100
BV74>=BX74	R. Mínimo a Producir	33208	0,000	31158	2050	1E+100
BV75>=BX75	R. Mínimo a Producir	12320	0,000	4200	8120	1E+100
BV76>=BX76	R. Mínimo a Producir	13940	0,000	13390	550	1E+100
BV77>=BX77	R. Mínimo a Producir	16410	0,000	15710	700	1E+100
BV78>=BX78	R. Mínimo a Producir	7560	0,000	7060	500	1E+100