

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN Y
PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN
DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS,
EXTRUIDOS Y MOLIDOS DE LA
EMPRESA AGROINDUSTRIA
DE ALIMENTOS BRANGGI
S.A.C. – LIMA, 2016**

TESIS

AUTORES:

**ISAAC JULIO, FLORES LÓPEZ
DORIS MARLENE, SOLÍS LÓPEZ**

ASESORES:

**Ing. JULIO FABIÁN, AMADO SOTELO
Registro CIP 29665
Ing. JAIME EDUARDO, GUTIÉRREZ ASCÓN
Registro CIP 40021**

**Huacho – Perú
2016**

Plan agregado de producción y productividad en la elaboración de productos
deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi

S.A.C. – Lima, 2016

ISAAC JULIO, FLORES LÓPEZ
DORIS MARLENE, SOLÍS LÓPEZ

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Nota de los autores:

Estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática, de la
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, presentamos nuestra tesis con la
finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Industrial; esta investigación
fue desarrollada de forma conjunta y el financiamiento económico fue propio de los
autores; debemos reconocer las contribuciones del Ing. Jaime E. Gutiérrez Ascón y
Julio F. Amado Sotelo en la elaboración de la tesis.

ASESORES Y MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR

.....
Ing. José German Soto La Rosa
Registro CIP 29081
PRESIDENTE

.....
Ing. Hugo Serrano Rodas
Registro CIP 48816
SECRETARIO

.....
Ing. Ulises Robert Martinez Chafalote
Registro CIP 158626
VOCAL

.....
Ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón
Registro CIP 40021
ASESOR

.....
Ing. Julio Fabián Amado Sotelo
Registro CIP 29665
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme vida, salud, amor y la fuerza necesaria para salir adelante en los momentos más difíciles. Por no dejarme sola, y ser mi fiel compañero en el andar de la vida.

A mi padre, Manuel Orlando Solís Ruíz por los esfuerzos de gran parte de su vida para sacarme adelante y hacer de mí una mejor persona y de manera especial a mi madre, quien en vida fue Ana Marlene López Martínez por todos sus esfuerzos y cuidados entregados, por el gran amor que me profesó.

Doris Marlene Solís López

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, cuidarme y guiarme por el buen camino.

A mis amados padres, Julio Flores Jara y Margarita López Jachilla, quienes han velado por mi bienestar y educación.

A mis hermanos; Rebeca, David, Josías y Noemí, por estar siempre a mi lado compartiendo alegrías y tristezas.

Isaac Julio Flores López

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme alcanzar uno de mis principales objetivos en mi carrera profesional, por acompañarme a lo largo de mi vida, brindándome la salud y la fuerza que necesito para cumplir mis proyectos, a pesar de las dificultades.

A mi padre Manuel Orlando Solís Ruíz por ser guía y soporte a lo largo de mi vida, quien con su esfuerzo constante me ha enseñado a valorar las cosas al ver sus sacrificios.

De manera especial a la memoria de mi madre Ana Marlene López Martínez, por dedicar su vida a mi cuidado, por enseñarme que el amor es entrega y sacrificio constante. Desde donde este, verá su sueño hecho realidad.

Al ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, por su amistad y apoyo en mi formación profesional, y por su asesoría en la realización del presente trabajo.

De igual manera al Ing. Julio Fabián Amado Sotelo, por sus conocimientos y asesoría prestada en la redacción del trabajo de investigación, así mismo por su amistad brindada.

A mis amigos Giancarlos, Carol y Rafael por el apoyo, las facilidades, el asesoramiento y los consejos dados en el proceso de realización del proyecto de tesis.

A mi gran amigo y compañero de tesis Isaac Julio Flores López, por la voluntad y el esfuerzo invertido en la realización de este Proyecto de Tesis.

Doris Marlene Solís López

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme lograr mis objetivos planeados en cada etapa de mi carrera y por iluminar mi camino todos los días de mi vida.

A mis padres Julio Flores Jara y Margarita López Jachilla, por apoyarme con su esfuerzo, formarme con valores, darme el apoyo incondicional para cumplir mis objetivos, ser padres y amigos en la vida.

A mi hermana Rebeca por apoyarme en la etapa de mi formación profesional. A mi tío Jaime López Jachilla quien siempre me ha dado palabras de aliento para ser una buena persona y ser un excelente profesional.

Al ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, por su amistad y apoyo en mi formación profesional, y por su asesoría en la realización del presente trabajo.

De igual manera al Ing. Julio Fabián Amado Sotelo, por sus conocimientos y asesoría prestada en la redacción del trabajo de investigación, así mismo por su amistad brindada.

A mis amigos Giancarlos, Carol, Rafael y Joel por el apoyo, las facilidades, el asesoramiento y los consejos dados en el proceso de realización del proyecto de tesis.

A mi gran amiga Doris Solís López por su apoyo y consejos en mi formación profesional.

Isaac Julio Flores López

CONTENIDO

PORTADA	I
CONTRAPORTADA	II
DICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	VI
CONTENIDO	VIII
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE ECUACIONES	XIV
LISTA DE ANEXOS	XV
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN	XX
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.5.1 Delimitación espacial.....	6
1.5.2 Delimitación temporal.....	6
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.6.1 Viabilidad técnica.....	6
1.6.2 Viabilidad operativa.....	7
1.6.3 Viabilidad económica.....	7
2 MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1.1 Antecedentes internacionales	8
2.1.2 Antecedentes nacionales	13
2.1.3 Antecedente local.....	18
2.2 BASES TEÓRICAS.....	19
2.2.1 Plan agregado de producción	19
2.2.2 Productividad	47

2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	58
2.3.1	Plan agregado.....	58
2.3.2	Productividad	58
2.3.3	Pronósticos	59
2.3.4	Muestra censal.....	59
2.3.5	Tiempo estándar	59
2.3.6	Desperdicios.....	59
2.3.7	Inventarios.....	60
2.3.8	Eficiencia	60
2.3.9	Eficacia.....	60
2.3.10	Stock de seguridad	60
2.3.11	Lote económico.....	60
2.3.12	Estudio de tiempos.....	61
2.4	LOS DUEÑOS DEL PROBLEMA	61
2.5	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	61
2.5.1	Hipótesis general.....	61
2.5.2	Hipótesis específicos.....	62
2.6	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	62
3	METODOLOGÍA	64
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO.....	64
3.1.1	Diseño de investigación	64
3.1.2	Tipo de investigación	64
3.1.3	Enfoque de investigación	64
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	65
3.2.1	Población.....	65
3.2.2	Muestra.....	65
3.3	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.3.1	Técnicas a emplear	65
3.3.2	Descripción de Instrumentos.....	66
3.4	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	67
4	RESULTADOS	69
4.1	ANÁLISIS PRELIMINAR	69
4.1.1	Análisis de Pareto.....	69
4.1.2	Clasificación de productos por familias	70
4.2	PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	71
4.2.1	Comportamiento de datos históricos	72
4.2.2	Selección del método de pronóstico apropiado.....	74

4.3	CAPACIDAD DE PLANTA.....	76
4.3.1	Tiempo requerido por unidad de producto.....	76
4.4	ÍNDICES DE FUERZA DE TRABAJO.....	77
4.4.1	Costo de hora hombre (H-H) en tiempo normal y tiempo extra	79
4.4.2	Costo de contratar/capacitar y despedir	80
4.5	ÍNDICES DE INVENTARIOS	81
4.5.1	Tamaño único de almacenamiento (TUA).....	81
4.5.2	Configuración de paletizado o ubicaciones.....	82
4.5.3	Diseño del almacén de productos terminados	83
4.5.4	Costo de mantener inventarios.....	84
4.6	ESTRATEGIAS DE NIVEL	87
4.7	PLAN AGREGADO ÓPTIMO	90
4.8	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	90
4.8.1	Eficacia.....	91
4.8.2	Eficiencia	91
4.9	PRODUCTIVIDAD	94
4.9.1	Productividades parciales.....	95
4.10	RESULTADOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	95
4.10.1	Validez del instrumento	95
4.10.2	Confiabilidad del instrumento.....	96
4.10.3	Modelamiento de la investigación	97
4.10.4	Contrastación de las hipótesis de la investigación.....	103
A.	Prueba de hipótesis con el test r de Pearson (Cuantitativo).....	103
B.	Prueba de hipótesis con el test Chi cuadrado (X^2) (Cualitativo).....	111
5	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
5.1	DISCUSIÓN	121
5.2	CONCLUSIONES	126
5.3	RECOMENDACIONES	128
6	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Los dueños del problema de la empresa AgroBranggi S.A.C.....	61
Tabla 2. Operacionalización de variables, indicadores e índices	63
Tabla 3. Pasos para el desarrollo de la investigación	69
Tabla 4. Análisis de familias por productos - AgroBranggi S.A.C.....	70
Tabla 5. Producción por familias AgroBranggi 2015.....	71
Tabla 6. Resultados del pronóstico - Método Multiplicativo de Holt Winsters	75
Tabla 7. Pronóstico desagregado por familias - Año 2016.....	75
Tabla 8. Tiempo de producción - Familia de maca gel	76
Tabla 9. Tiempo de producción - Familia harina de maca	77
Tabla 10. Salario de operarios - AgroBranggi S.A.C.....	78
Tabla 11. Tabla de días laborables por meses para el año 2016.....	78
Tabla 12. Tiempo disponible (h/mes) para el año 2016	79
Tabla 13. Estructura administrativa - Área de gestión humana.....	80
Tabla 14. Gasto unitario de contratos y despidos.....	80
Tabla 15. Peso de paleta por familia TUA en volumen.....	81
Tabla 16. Altura de paleta por familia TUA en metros	82
Tabla 17. Área de paleta por familia TUA en m ²	82
Tabla 18. Costo del espacio de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.....	85
Tabla 19. Costo operativo de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.	86
Tabla 20. Costo de máquinas y equipos de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.	86
Tabla 21. Costo de inventarios - AgroBranggi S.A.C.	87
Tabla 22. Tabla de información de la planeación agregada para el año 2016.....	88
Tabla 23. Resultados de las estrategias de nivel - Plan agregado para el año 2016	89
Tabla 24. Selección de la estrategia óptima	90
Tabla 25. Datos para el cálculo de la eficacia	91
Tabla 26. Datos para el cálculo de la eficiencia	94
Tabla 27. Productividad total del periodo de estudio	94
Tabla 28. Productividades parciales del plan agregado, AgroBranggi S.A.C. - 2016	95
Tabla 29. Calificación de expertos	96
Tabla 30. Alpha de Cronbach del instrumento de investigación	96
Tabla 31. Información para el modelamiento de la investigación.....	98
Tabla 32. Coeficientes de correlación de la investigación	98
Tabla 33. Escala de correlación.....	99
Tabla 34. Coeficientes del modelo de investigación general	99

Tabla 35. Coeficientes de correlación ($X_1 - Y$)	100
Tabla 36. Coeficientes del modelo ($X_1 - Y$)	100
Tabla 37. Coeficientes de correlación ($X_2 - Y$)	100
Tabla 38. Coeficientes del modelo ($X_2 - Y$)	101
Tabla 39. Coeficientes de correlación ($X_3 - Y$)	101
Tabla 40. Coeficientes del modelo ($X_3 - Y$)	101
Tabla 41. Coeficientes de correlación ($X_4 - Y$)	102
Tabla 42. Coeficientes del modelo ($X_4 - Y$)	102
Tabla 43. Coeficientes de correlación ($X_5 - Y$)	103
Tabla 44. Coeficientes del modelo ($X_5 - Y$)	103
Tabla 45. Datos referentes que serán utilizados en la fórmula de Pearson	105
Tabla 46. r de Pearson (pronóstico de la demanda - productividad)	106
Tabla 47. r de Pearson (capacidad de planta - productividad).....	107
Tabla 48. r de Pearson (fuerza de trabajo - productividad)	108
Tabla 49. r de Pearson (almacenamiento - productividad).....	109
Tabla 50. r de Pearson (estrategias de nivel - productividad)	110
Tabla 51. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X - Y$)	112
Tabla 52. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_1 - Y$).....	114
Tabla 53. Ji Chi Cuadrado (Pronóstico de la demanda - Productividad)	114
Tabla 54. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_2 - Y$).....	115
Tabla 55. Chi cuadrado (Capacidad de planta - Productividad).....	116
Tabla 56. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_3 - Y$).....	117
Tabla 57. Chi cuadrado (Fuerza de trabajo - Productividad)	117
Tabla 58. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_4 - Y$).....	118
Tabla 59. Chi cuadrado (Inventarios - Productividad)	119
Tabla 60. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_5 - Y$).....	120
Tabla 61. Chi cuadrado (Estrategias de nivel - Productividad).....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planeación de tareas y responsabilidades	20
Figura 2. Planificación jerárquica de la producción	21
Figura 3. Guía para seleccionar un Método de pronóstico apropiado	28
Figura 4. Determinación de los costos de almacenamiento de los inventarios.....	42
Figura 5. Alternativas de planeación agregada: Ventajas y Desventajas.....	46
Figura 6. El sistema económico agrega valor al transformar entradas en salidas.....	48
Figura 7. Posición clave de la dirección	52
Figura 8. Reacción de una mayor productividad	53
Figura 9. Formulas y calificaciones para evaluar eficacia, eficiencia y efectividad....	57
Figura 10. Diseño descriptivo correlacional	64
Figura 11. Priorización de productos - AgroBranggi S.A.C.....	70
Figura 12. Análisis gráfico de serie de tiempos	72
Figura 13. Patrones de comportamiento de la serie de tiempos.....	73
Figura 14. Pronóstico mediante el método multiplicativo de Holt Winters	74
Figura 15. Configuración de la paleta en piso	83
Figura 16. Dimensiones de paleta en piso	83
Figura 17. Configuración de estanterías (vista de planta).....	84

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Función de regresión polinómica	30
Ecuación 2. Función de regresión múltiple.....	31
Ecuación 3. Utilización de capacidad	33
Ecuación 4. Eficiencia en función de la capacidad	33
Ecuación 5. Tiempo observado promedio.....	35
Ecuación 6. Tiempo normal	35
Ecuación 7. Tiempo estándar	35
Ecuación 8. Costo de inventario	43
Ecuación 9. Productividad 1	49
Ecuación 10. Productividad 2	49
Ecuación 11. Eficiencia.....	55
Ecuación 12. Eficacia.....	56
Ecuación 13. Recursos utilizados.....	92
Ecuación 14. Costo hora – hombre regular.....	92
Ecuación 15. Costo hora – hombra extra	92
Ecuación 16. Costo de almacenamiento	93
Ecuación 17. Costo de contratar trabajadores	93
Ecuación 18. Costo de despedir trabajadores.....	93
Ecuación 19. Productividad 3	94
Ecuación 20. Grado de libertad (r de Pearson)	104
Ecuación 21. r de Pearson calculado.....	104
Ecuación 22. Frecuencia esperada	111
Ecuación 23. Grados de libertad (Chi cuadrado)	112
Ecuación 24. Chi cuadrado calculado	112

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	132
Anexo 2. Producción del año 2015 – Agrobranggi S.A.C.....	133
Anexo 3. Análisis de pareto	134
Anexo 4. Digrama de pareto – Agrobranggi S.A.C.....	135
Anexo 5. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 1).....	136
Anexo 6. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 2).....	137
Anexo 7. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 3).....	138
Anexo 8. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 4).....	139
Anexo 9. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 5).....	140
Anexo 10. Pronóstico de la demanda 2016 (iteración 6).....	141
Anexo 11. Sistema de suplementos por descanso.....	142
Anexo 12. Estudio de tiempo – familia harina de maca gel	143
Anexo 13. Estudio de tiempo – familia harina de maca	144
Anexo 14. Subprograma de planeación agregada del software Winqsb 2.0.....	145
Anexo 15. Especificación del problema de planeación agregada.....	146
Anexo 16. Información de planeación agregada de producción.....	147
Anexo 17. Estrategia (1) promedio de producción constante	148
Anexo 18. Estrategia (2.1) promedio de producción periódico – 2 periodos	149
Anexo 19. Estrategia (2.2) promedio de producción periódico – 3 periodos	150
Anexo 20. Estrategia (2.3) promedio de producción periódico – 6 periodos	151
Anexo 21. Estrategia (2.4) promedio de producción periódico – 12 periodos	152
Anexo 22. Estraegia (3) tiempo constante de capacidad para empleados	153
Anexo 23. Estraegia (4) cantidad inicial de empleados constantes	154
Anexo 24. Estraegia (5) cantidad mínima de empleados.....	155
Anexo 25. Instrumento de la investigación.....	156
Anexo 26. Formato de validez del instrumento	158
Anexo 27. Confiabilidad del instrumento (SPSS Statistics Visor).....	159
Anexo 28. Modelamiento general de la investigación.....	160
Anexo 29. Prueba de r Pearson para el plan agregado de producción (x) y productividad (y) – software SPSS Statistics 21.....	161
Anexo 30. Prueba de r Pearson para el pronóstico de la demanda (x ₁) y productividad (y) – software SPSS Statistics.....	162

Anexo 31. Prueba de r Pearson para la capacidad de planta (x_2) y productividad (y) – software SPSS Statistics	163
Anexo 32. Prueba de r Pearson para la fuerza de trabajo (x_3) y productividad (y) – software SPSS Statistics	164
Anexo 33. Prueba de r Pearson para el inventario (x_4) y productividad (y) – software SPSS Statistics	165
Anexo 34. Prueba de r Pearson para las estrategias de nivel (x_5) y productividad (y) – software SPSS Statistics	166
Anexo 35. Prueba de x^2 para el plan agregado de producción (x) y productividad (y) – software SPSS Statistics 21	167
Anexo 36. Valores críticos de r cuando $p = 0$	168
Anexo 37. Distribución chi cuadrado	169

RESUMEN

La presente investigación busca determinar la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Los dueños del problema fueron 26 colaboradores, considerando que por ser una población pequeña se realizó una muestra censal $n = 26$. Los métodos fueron: Análisis preliminar mediante el análisis de Pareto con el software Minitab 17 y la clasificación por familia de productos, regresión polinómica para el pronóstico de la demanda, capacidad de planta, índice de inventarios, índices de fuerza de trabajo, sub – programa de planeación agregada de WinQSB 2.0 para la simulación de las estrategias de nivel y la selección del plan agregado óptimo, cálculo de los indicadores de productividad, cálculo de la productividad y el procesamiento metodológico mediante el software SPSS 21.0 y XLStat – Pro v7.5.2. Los resultados fueron: 6 productos vitales bajo el criterio 80/20 de Pareto, distribuidos en dos familias; el pronóstico de la demanda fue 425,13 toneladas; la capacidad de planta fue de 15,83 horas/tonelada; el costo de mantener inventarios fue 1 263,84 soles/tonelada; el costo de hora normal fue 4,89 soles/hora, el costo de hora extra fue 6,11 soles/hora, el costo de contratar fue 1 050 soles/empleador y el costo de despido fue 225,00 soles/empleador; el plan agregado de producción óptimo fue el promedio de producción periódica – 3 periodos, con un 100,91 % de cumplimiento de la demanda y un costo de 322 262,47 soles; la eficacia fue 100,91 % y la eficiencia fue 38% respectivamente, la productividad fue 0,0013 toneladas/soles; en el instrumento, la validez fue 79,2% a criterios de expertos y la confiabilidad fue 87,9% según los dueños del problema; el modelo de la investigación $Y = 2,12 \times 10^{-3} + 2,54 \times 10^{-6}X_1 + 2,38 \times 10^{-6}X_3 + 6,01 \times 10^{-8}X_4 - 8,78 \times 10^{-8}X_5$ con un coeficiente de correlación $r = 99,89\%$; por último se aceptó la hipótesis de la investigación: El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Palabras claves: Plan agregado, productividad, pronóstico, estrategia de nivel

ABSTRACT

This investigation seeks to determine the relationship between aggregate production plan and productivity in the production of dehydrated products, extruded and milled company Agro Food Branggi S.A.C. - Lima, 2016. The owners of the problem were 26 employees, considering that being a small population with a census sample $n = 26$. The methods were performed: Preliminary analysis by Pareto analysis with Minitab 17 software and sorting per family product, polynomial regression for forecasting demand, plant capacity, inventory index, index of labor, sub - program planning aggregate WinQSB 2.0 for simulating strategies level and selection of aggregate plan optimal, calculating productivity indicators, calculating productivity and methodological processing using SPSS 21.0 software and XLSTAT - Pro v7.5.2. The results were: 6 vital products under the 80/20 Pareto criteria, divided into two families; the demand forecast was 425,13 tons; plant capacity was 15,83 hours / ton; the cost of maintaining inventories was 1 263,84 soles / tonne; the cost of timekeeping was 4,89 soles / hour, the cost of overtime was 6,11 soles / hour, the cost of hiring was 1 050 soles / employee and the cost of dismissal was 225,00 soles / employee; the optimal production plan was added periodically average production - 3 periods, with 100,91% compliance with the demand and cost 322 262,47 soles; effectiveness was 100,91% and efficiency was 38% respectively, productivity was 0,0013 tons / soles; on the instrument, the validity criteria was 79,2% of experts and reliability was 87,9% according to the owners of the problem; the research model $Y = 2,12 \times 10^{-3} + 2,54 \times 10^{-6}X_1 + 2,38 \times 10^{-6}X_3 + 6,01 \times 10^{-8}X_4 - 8,78 \times 10^{-8}X_5$ with a correlation coefficient $r = 99,89\%$; Finally the research hypothesis was accepted: The aggregate production plan is significantly related to productivity in the production of dehydrated products, extruded and milled company Agro Food Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

Keywords: Plan added, productivity, forecast, strategy level

INTRODUCCIÓN

Durante el 2012, el consumo de alimentos procesados en el mundo registró un valor de 4 643 miles de millones de dólares y se espera que crezca a una TMCA de 7,5% en el período 2012 – 2020. La creciente demanda por países emergentes y subdesarrollados obedece a factores como el aumento de ingreso y de la clase media; pero principalmente por la rápida recuperación de estas economías ante las turbulencias financieras de los últimos años, en comparación a países de la zona europea o Japón que se encuentran en recesión.

En el Perú la industria de alimentos es uno de los sectores más dinámicos y estratégicos de la economía nacional, principalmente por que las actividades que la conforman están orientadas a la elaboración y procesamiento de bienes destinados al consumo privado (hogares y empresas).

Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C., inicia sus actividades enfocados al Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA), posteriormente incursiona en servicios con procesos de lavado, desinfectado, deshidratado, tamizado y envasado, atendiendo a clientes industriales y luego se orienta hacia la exportación teniendo como principal cliente a China. La ampliación de su mercado ha traído consigo exigencia de competitividad y mejores precios, reto que ha venido afrontando exitosamente la empresa; sin embargo la crisis económica mundial que afecta especialmente a países desarrollados como China, ha generado una disminución de las exportaciones de su producto bandera: la maca; implicando ello, una disminución de sus utilidades. La diversidad de productos que procesa, ha permitido que la empresa pueda seguir manteniéndose en el mercado. Afrontar este problema en cualquier empresa implica una reducción de costos, lo que será posible con una utilización racional de sus recursos. Una herramienta que utiliza la ingeniería industrial para este propósito es la planeación agregada de producción.

Un plan agregado implica combinar los recursos adecuados en términos generales o globales. Dado el pronóstico de la demanda, los niveles de inventario, el tamaño de la fuerza de trabajo y los insumos relacionados. La planeación agregada no solo busca minimizar los costos para el periodo de planeación, también permite reducir los niveles de inventario y mejorar los niveles de servicio.

La base de cualquier planeación está fundamentada en un adecuado análisis y pronóstico de la demanda, el cual permite determinar el requerimiento futuro de las necesidades. La regresión lineal es útil para el pronóstico a largo plazo de eventos importantes, así como la planeación agregada. Considerando que la demanda estaba influenciada por varios factores se creyó conveniente aplicar el método multiplicativo de Holt Winters.

La capacidad de planta es el volumen de producción o número de unidades que puede alojar, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo de tiempo específico de tiempo. A menudo, la capacidad determina los requerimientos de capital y, por consiguiente, una gran parte del costo fijo. Para determinar la capacidad de planta se realizó un estudio de tiempos a las familias de productos en estudio, habiéndose utilizado la técnica del cronometraje.

Para fines del presente estudio se consideró fuerza de trabajo al recurso humano necesario para desarrollar las actividades productivas. Sobre fuerza de trabajo, consideramos que el objetivo de administrar al personal es obtener la productividad más elevada posible, pero sin sacrificar la calidad, el servicio o la capacidad de respuesta. Una adecuada administración del recurso humano es lograr que se sientan permanentemente motivados e identificados con los objetivos empresariales.

Para satisfacer la demanda pronosticada es necesario hacer un buen uso de los niveles de inventario y considerar los costos de almacenamiento para que la estrategia utilizada pueda darse al menor costo posible. El inventario cumple funciones como: Desacoplar o separar diferentes partes del proceso productivo, aislar a la empresa de las fluctuaciones de la demanda y proporcionar un stock de mercancías que permita al cliente elegir entre ellas, aprovechar los descuentos por cantidad, porque la compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de aprovisionamiento y protegerse contra la inflación y el aumento de precios. Para elaborar el plan agregado de producción se determinó el tamaño único de almacenamiento (TUA) y el costo de almacenamiento. Se estableció que el costo de inventarios está expresado en función al espacio de almacenamiento, al costo de operación y al costo de uso de máquinas y equipos.

Para hallar el plan agregado óptimo se realizó diferentes estrategias de nivel. Las estrategias de nivel implican el manejo de inventarios, tasas de producción, niveles de mano de obra, capacidad de las instalaciones, y otras variables controlables.

En el presente estudio se consideró como variable dependiente a la productividad y como variable independiente al plan agregado de producción. Se buscó medir la relación entre estas dos variables para que a partir de un plan agregado óptimo se pueda minimizar los costos para el periodo de planeación, permitiendo de esta manera que la productividad de la empresa se eleve.

La mejora en la productividad puede lograrse de dos formas: mediante una reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien con un incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. Es importante incrementar la productividad por que ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad de empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo. Los indicadores que permiten medir la productividad son la eficiencia y eficacia. La eficiencia es la relación entre los resultados logrados y los resultados empleados y la eficacia es el grado de cumplimiento de los objetivos.

En el presente trabajo de investigación titulada “Plan agregado de producción y productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016”, se buscó aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial. El objetivo general del trabajo de investigación fue: Medir la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el 2012 la industria global de alimentos procesados alcanzó un valor de producción de 4657 miles de millones de dólares (mmd). Se estima que para el período 2012 a 2020 la industria presentará una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 7,5%. La inversión en tecnología se ha incrementado, así como la automatización de los procesos productivos lo cual ha permitido que la industria sea de las más significativas para las economías en términos de producción y empleo.

Durante el 2012, el consumo de alimentos procesados en el mundo registró un valor de 4643 mmd y se espera que crezca a una TMCA de 7,5% en el período 2012 – 2020. La demanda por alimentos procesados tiende a ser menos sensible a cambios en las condiciones económicas en comparación a otras industrias. Sin embargo, factores como la obesidad, la preocupación por el abastecimiento local y el uso de ingredientes de calidad pueden afectar la demanda de dichos bienes.

Cabe destacar la creciente demanda por países emergentes y subdesarrollados, la cual obedece a factores como el aumento de ingreso y de la clase media; pero principalmente por la rápida recuperación de estas economías ante las turbulencias financieras de los últimos años, en comparación a países de la zona europea o Japón que se encuentran en recesión.

En este sentido de países emergentes, tenemos a Perú, donde, el sector de la industria de alimentos alcanzó para el 2012, un crecimiento del 5,5%. En nuestro país la industria de alimentos es uno de los sectores más dinámicos y estratégicos de la economía nacional, principalmente por que las actividades que la conforman están orientadas a la elaboración y procesamiento de una gran cantidad de bienes destinados al consumo privado (hogares y empresas). Componente importante del producto bruto interno (PBI) global (66%).

Gracias a las mayores preferencias arancelarias, los mercados destino internacionales de los productos agroindustriales peruanos se han triplicado, pasando de 52 a 148 países en los últimos 10 años. Los principales puntos de destino son América Latina, Estados Unidos y la Unión Europea (UE), dentro de este último grupo a España, Francia y Países Bajos como las plazas más importantes para las empresas agroexportadoras peruanas. Esta tendencia, de una mayor apertura comercial, ha favorecido el buen comportamiento de la industria alimenticia en el Perú.

Dentro de este contexto encontramos a Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. la cual es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos deshidratados, extruidos y molidos o en pellet, así como también del servicio de maquila. Los productos están destinados para el consumo del público en general nacional o extranjero.

Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. se fundó en el año 2001. Sus procesos iniciales estuvieron enfocados en programas sociales del estado peruano como el Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA). En el año 2011 ampliaron sus servicios con procesos de lavado, desinfectado, deshidratado, tamizado y envasado, año en que comenzó a atender a clientes industriales. La experiencia desarrollada le permitió complementar sus servicios con productos terminados cumpliendo estándares mundiales de calidad y procesos productivos, análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) y buenas prácticas de manufactura (BPM), etc.

Sin embargo presenta problemas como cualquier empresa, siendo uno de los más importantes, un erróneo sistema de pronóstico que no considera factores econométricos como la crisis económica mundial, que afecta en especial a países desarrollados, como China, uno de sus principales clientes. Siendo una empresa con ingresos considerables por exportación debería considerar estos aspectos ya que generan un impacto en sus pronósticos provocando serios problemas con su capacidad sobrante, su fuerza de trabajo, sus materias primas y el fuerte impacto en sus ventas. Todo ello se ve reflejado en las pérdidas económicas, el aumento de sus costos y la reducción de su productividad.

Hoy en día busca generar impacto con productos naturales de calidad e inocuidad para una vida más saludable en cuanto a los mercados y clientes; así mismo pretende su desarrollo organizacional como empresa, generando ventajas competitivas a la par de las exigencias actuales y el lineamiento de sus políticas estratégicas con las operacionales, de manera que estos se complementen y logren sus objetivos a mediano y largo plazo.

En este contexto surge la necesidad de realizar un plan agregado de producción, para la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C., materia de esta investigación, el cual partió de un adecuado sistema de pronóstico, que permitirá evitar la toma de decisiones equivocadas en cuanto al planeamiento operativo a mediano plazo, también maximizarán sus servicios al mejorar los tiempos de producción y las entregas puntuales, los cuales son muy importantes en lo que respecta a exportación.

Así mismo contar con un plan agregado de producción le ayudará en la optimización de costos, y el aumento de productividad, sin descuidar los intereses privados reflejados en la rentabilidad de la empresa.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida se relaciona el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo se sustenta la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?
2. ¿Cómo se fundamenta la relación entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?

3. ¿De qué manera se explica la relación entre la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?
4. ¿Cuál es la relación que se da entre los inventarios y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?
5. ¿De qué manera se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Medir la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Sustentar la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
2. Fundamentar la relación que se da entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
3. Explicar la manera en que se relaciona la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

4. Probar la relación que se da entre los inventarios y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
5. Demostrar la manera en que se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

1.4 Justificación de la investigación

El presente estudio se desarrolló con la finalidad de conocer y profundizar los conocimientos sobre el tema del plan agregado de producción y su relación con la productividad de la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C., de este modo beneficiara a los dueños del problema ya que los resultados pueden proporcionar una ventaja competitiva a nivel nacional e internacional. Debido al creciente aumento de la demanda, no solo es suficiente entregar alimentos inocuos sino también en el plazo establecido, siendo esta última de vital importancia si de exportaciones hablamos.

Permitirá a la empresa establecer estrategias que contribuyan al uso eficiente de los recursos y por consiguiente permitirá incrementar la productividad, con las cual logrará disminuir sus costos de operación, teniendo la capacidad de ser flexibles a los cambios del mercado actual. Este enfoque no solo permite la mejora en el aspecto de producción, sino también estrategias que pueda generar la empresa.

También servirá como antecedentes para otras investigaciones que procuran mejorar la productividad haciendo uso del plan agregado de producción la cual permite determinar la estrategia que demanda al menor costo de producción.

Permitirá a los autores cumplir sus metas como estudiantes, la cual es llegar a obtener el título profesional de ingenieros industriales. Así como sus intereses en la investigación y la búsqueda de soluciones prácticas para el mundo profesional. Con este fin se plantea desarrollar el trabajo de investigación que contribuya en la formación como estudiantes de pre grado y prepare a los autores en ser más competitivos frente a otros profesionales afines a su carrera.

La metodología empleada en esta investigación servirá para orientar el desarrollo de otros estudios similares.

1.5 Delimitación de la investigación

1.5.1 Delimitación espacial

En el presente estudio de investigación se recopiló y analizó la información para el plan agregado de producción y productividad en la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C., ubicada actualmente en Av. Gerardo Unger 6255 Urb. Santa Luisa 1° Etapa del distrito de San Martín de Porres de la Provincia de Lima – Perú.

1.5.2 Delimitación temporal

El presente estudio de investigación se realizó en el período de Enero del 2015 a Julio del 2016, por considerar ser un periodo que permitió establecer los objetivos planteados.

1.6 Viabilidad de la investigación

1.6.1 Viabilidad técnica

En el presente trabajo de investigación se planteó realizar el plan agregado de producción para la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C. y determinar su relación con la productividad. Existen las tecnologías y herramientas que permiten a los investigadores llevar a cabo el plan agregado de producción mediante un sistema de planeación tradicional, así como también los conocimientos del tema por parte de los investigados debido a su formación en la carrera de Ingeniería Industrial.

1.6.2 Viabilidad operativa

El dueño de la empresa Agro Branggi S.A.C. nos brindó las facilidades para el acceso a su empresa y las áreas con las que cuenta, también nos permitió realizar el levantamiento de la información para el adecuado desarrollo del plan agregado de producción. Se contó con el apoyo de todos los colaboradores de la empresa.

1.6.3 Viabilidad económica

La empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C. cuenta con los recursos económicos suficientes para llevar a cabo un plan agregado de producción, siendo ésta la que permita obtener beneficios tanto económicos como estratégicos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes al tema de plan agregado de producción y productividad netamente en el campo de la agroindustria no han sido conseguidos, sin embargo si los hay de muchos otros rubros industriales en lo que respecta a la planeación agregada, tanto a nivel internacional como nacional, las cuales rescatan el impacto que puede tener una planeación agregada dentro de cualquier empresa.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Antecedentes internacionales del plan agregado de producción:

- i. (Corado, 2012) *Planeación agregada de la producción en una empresa dedicada al envasado y distribución de agua purificada*, de la Universidad se San Carlos de Guatemala – Guatemala,

La investigación tiene por objetivo general:

Brindar a la empresa una propuesta para superar los problemas que actualmente enfrenta en el área productiva, basada en la planeación agregada de la producción, que permitirá al momento de su implementación, mejorar su sistema productivo, ser una empresa más competitiva, reducir los costos de producción, y por ende mejorar sus ingresos, cubrir la demanda de sus productos y así evitar la pérdida de clientes.

La tesis concluye comprobando que:

La empresa no cuenta con una planeación agregada lo cual no le permite realizar su proceso productivo de forma adecuada; provocando la subutilización de su capacidad instalada y eventual escasez de materiales para la producción. Con el modelo propuesto puede incrementar las utilidades de la empresa, haciendo un mejor uso de sus recursos y elevando la satisfacción de sus clientes.

ii. (Cusco, 2013) *Propuesta de un sistema de planeación y control de la producción en la empresa de calzado Mach*, de la Universidad de Cuenca – Cuenca, Ecuador.

Los autores plantearon por objetivo general: “Proponer un sistema de planeación y control de la producción para la empresa de calzado “MACH” con el beneficio de llevar a un desarrollo sostenible en el tiempo.”

Se concluye la investigación afirmando que:

Un sistema de planeación y control de la producción para la empresa de calzado exclusivo MACH permitirá la mejora de todo su sistema productivo, desde el ingreso de materias primas y materiales, hasta obtener el producto terminado. Con el sistema se sabrá la capacidad de la planta en cuanto a producción diaria, despachos, etc.

iii.(Fernández, 2009) *Un modelo de planificación de la producción para la productora de alimentos universitaria Lácteos Santa Rosa*, de la Universidad de los Andes – Mérida, Venezuela.

La tesis tiene por objetivo general: “Realizar un modelo de planificación de la producción del proceso de producción de la productora de alimentos Universitaria Lácteos Santa Rosa.”

El autor concluye con: “un modelo de planificación de la producción bajo la técnica de programación lineal, el cual permite un desarrollo más eficiente de la empresa, en cuanto a cantidades de producción y sistemas de inventarios.”

iv.(Manrique, 2008) *Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico*, de la Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá, Colombia.

Como objetivo principal de la investigación se trazó: “Elaborar el diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico.”

Concluye que:

La planeación de la producción de pronósticos son herramientas muy útiles para poder anticiparse a las necesidades del mercado, y dimensionar todos los recursos necesarios para responder a dicha demanda, por lo que su adecuada implementación, le permitirá a la empresa tener un servicio diferenciador y mayor capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del mercado.

- v. (Molina, 2013) *Plan agregado de producción para el mejoramiento de la productividad de la Empresa Ecuatoriana de Curtidos S.A.*, de la Universidad Técnica de Ambato – Ambato, Ecuador.

El objetivo general trazado en la investigación fue: “Analizar el plan agregado de producción, y su incidencia en el incremento de la productividad de la empresa Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.”

La investigación concluye:

Los cálculos de cada uno de los diferentes modelos de planes de producción, con el método tradicional y con de programación lineal, permiten conocer cada una de las alternativas que la empresa puede utilizar para cumplir con determinada producción, en donde se puede comprobar la efectividad que tiene el emplear el modelo de programación lineal, el cual es una técnica sistemática e innovadora que mezcla cada una de las variables que intervienen en la producción, ya que optimiza a detalle cada uno de los recursos que utiliza la empresa para elaborar un producto, para con esto reducir los costos que se tiene por cumplir con la producción, la cual arroja un precio de \$ 218.406,21, siendo el valor más económico.

Antecedentes internacionales de la productividad:

- i. (Pineda, 2013) *Análisis de la productividad y sus determinantes en el sector de la construcción del Ecuador en base al censo económico*, de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Ecuador– Quito, Ecuador.

Plantea como objetivo general: “Identificar es una economía emergente como la ecuatoriana, los factores que influyen en la productividad (asumiendo que existen) y que a su vez permitan el aumento de la productividad en las empresas del sector de la construcción.”

La investigación concluye que:

Para que una empresa sea productiva no necesariamente tiene que invertir en investigación y desarrollo (al menos eso muestran los resultados). Se podría decir que no es una determinante a la hora de ser productivo, y más bien al invertir podría resultar un limitante para el crecimiento económico, para las pequeñas y medianas empresas.

- ii. (Ramos, 2001) *Estudio para aumentar la productividad y reducir el costo de material en proceso en una línea de producción aplicando técnicas y conceptos de calidad*, Universidad Autónoma de Nuevo León– Monterrey, México.

Plantea como objetivo principal: “Incrementar la productividad arriba de un 20% como meta, según objetivos establecidos por la compañía.”

La investigación concluye que:

Implementar los conceptos de las técnicas de calidad se obtuvieron los siguientes resultados: Se incrementó la producción promedio de 844 lámparas verticales por día, con una cantidad de 9 operadores laborando, por lo cual la productividad aumento al 94%. Así mismo el incremento de la productividad fue de un 21% superando por poco la meta establecida.

iii.(Peláez, 2009) *Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera*, Escuela Superior Politécnica del Litoral– Guayaquil, Ecuador.

Plantea como objetivo general: “Mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera mediante la aplicación de técnicas de producción esbelta.”

La investigación concluye que:

La implementación de la técnica 5’S es la mejor herramienta para incrementar la productividad de la empresa en estudio ya que con la implementación de las 5’S se espera tener un lugar de trabajo más placentero, mayor satisfacción y una buena oportunidad para generar ideas creativas.

iv.(Vaca, 2009) *La administración por procesos en la productividad de las empresas*, de la Universidad Tecnológica Equinoccial – Quito, Ecuador.

Plantea como objetivo general: “Diseñar un método de análisis y establecimiento de procesos para instituciones o empresas en nuestro medio, que permite establecer indicadores de gestión que determine la incidencia de la “administración por procesos” dentro de la productividad de las empresas.”

La investigación concluye que:

Para obtener mejores niveles de productividad, no se va a llegar a la presión tal del elemento humano, que es el motor principal del negocio y de la existencia de las organizaciones, por lo tanto, debe estar siempre, motivado, bien remunerado, con la capacitación que requiera, involucrado siempre en la gestión del negocio, pues son la fuente primaria de la productividad.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Antecedentes nacionales del plan agregado de producción:

- i. (Condori, 2007) *Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima, Perú.

La investigación tiene por objetivo: “Evaluar y proponer un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fabricación de perfumes, además de mejorar los procesos aplicados generando alternativas de mejorar la manera de organización en la gestión de la planta.”

El autor concluye que:

De acuerdo a la explicación del sistema actual se observan diversos puntos deficientes, como es la necesidad de un mayor control en el cumplimiento de los procedimientos establecidos, así como una mejor comunicación entre la planificación y la programación; es decir, una mejor coordinación en las diversas áreas. Se requiere una mejor organización en la planificación, programación y la gestión de la planta.

- ii. (Herrera, 2010) *Diseño de una planeación agregada para la mejora de las operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa Metalmecánica de Servicios Industriales de la Marina – SIMA – Chimbote*, de la Universidad César Vallejo – Lima, Perú.

En la investigación se trazó como objetivo general: “Diseñar una planeación agregada para la Mejora de las Operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la empresa metalmecánica Sima-Perú.”

Se concluyó que:

El diseño de una planeación agregada mejora las operaciones de la división de planeamiento y control de la producción de la empresa metalmecánica Sima-Perú reduciendo en un 37% las penalizaciones por incumplimiento de entrega del proyecto que equivale a un S/. 58853,56 nuevos soles aplicando el plan 3 incrementando la fuerza de trabajo estable alta (45% de la fuerza de trabajo); baja contratación (30% de la fuerza de trabajo) y mismo nivel de subcontratación (25% de la fuerza de trabajo). Este plan permitió cumplir con los objetivos de rentabilidad de la empresa y mejorar la calidad de servicio con sus clientes.

iii.(Ordinola, 2008) *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de planeamiento y control de operaciones de una empresa del sector pecuario*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima, Perú.

El autor planteo como objetivo general: “Proponer mejoras en el sistema de planificación de recursos de manufactura de una empresa pecuaria.”

Finaliza la investigación concluyendo que:

La propuesta de empleo del sistema de planeamiento de la empresa basado en la utilización del ERP, permite considerables beneficios que ayudan a que la labor de planeamiento se realice de manera más íntegra y rápida, reduciendo la falla humana y aumentando las opciones de realizar un mejor análisis del comportamiento del mercado; presentando ahorros económicos en la gestión de compras de insumos, por lo tanto esto permitirá que el volumen de compra varíe en periodos de tiempo mayores obteniendo así una mejor negociación con los proveedores.

iv.(Vásquez, 2013) *Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima, Perú.

El objetivo trazado en la investigación fue: “Evaluar la propuesta de un sistema de planificación usando MRP aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines.”

El autor concluye que:

Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de planeamiento que le permita anticiparse a la demanda de sus clientes y en contraste con el sistema de producción propuesto que tiene como base un sistema de pronóstico estacional multiplicativo, se concluye que es mejor a la actual tanto en la reducción de inventarios como en costos.

Antecedentes nacionales de la productividad:

i. (Baldeón, 2011) *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima, Perú.

Plantea como objetivo general:

Proponer la “Guía para la Optimización de Flotas de Acarreo en minas subterráneas”, de tal manera que esté disponible como un método práctico y rápido para adaptarse a las condiciones cambiantes en la operación y lograr el incremento de la productividad, la disminución de costos del proceso de carga y acarreo, que conlleven a obtener el mejor ratio de costos por Toneladas por kilómetro.

La investigación concluye que:

Conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costos unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo. Es importante contar con un departamento de productividad, para mejorar los procesos y procedimientos establecidos.

ii. (Saldaña, 2013) *Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo – Minera Yanacocha*, Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú.

Plantea como objetivo general: “Sustentar y presentar la metodología usada para lograr que los factores perjudiciales en la productividad de carguío y acarreo bajo clima severo se ven aplacados o en su defecto disminuido tomando en cuenta los factores de seguridad en la operación.”

La investigación demuestra que:

Una correcta metodología de trabajo de la mano con el equipo humano con el que se cuenta en la operación resultaron ser suficiente para poder alcanzar el target mensual pese al clima severo de todos los días durante el mes de diciembre.

iii.(Tejeda, 2012) *Factores productivos que permiten mejorar la productividad del arroz en el sector Magdalena: Tembladera – Cajamarca*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Perú.

Plantea como objetivo general: “Conocer si los factores productivos: materia prima, mano de obra, financiero y tecnológico; permiten mejorar la productividad del arroz en el sector Magdalena – Tembladero (Cajamarca).”

En la investigación concluye que:

La baja en la productividad se debe a que los factores mano de obra son no calificados, materia prima no seleccionada o certificada, insumos (solo un 30% aproximadamente de productos lo utilizan insumos apropiados), financiamiento y tecnología son desfavorables para los productores e inadecuados para el proceso productivo.

iv.(Domínguez & Sánchez , 2013) *Relación entre la rotación de personal y la productividad y rentabilidad de la empresa Cotton Textil S.A.A. – Planta Trujillo 2013*, Universidad Privada Antenor Orrego – Lima, Perú.

Plantea como objetivos general: “Establecer la relación entre la rotación de personal y productividad y rentabilidad de la empresa Cotton Textil S.A.A. – Trujillo.”

La investigación concluye que:

Existe una relación inversamente proporcional entre la rotación de personal y la productividad, también comprueba que existe una relación directamente proporcional entre la rotación de obreros y rentabilidad; mientras que, el personal empleado el impacto es menor, es decir no se ve afectada.

v. (Tito, 2012) *Gestión por competencias y productividad laboral en empresas del sector confección de calzado de Lima Metropolitana*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Perú.

Plantea como objetivo general: “Demostrar que una gestión empresarial del sector confección de calzado, basada en las competencias de sus colaboradores, permite elevar en forma sostenida, sus niveles de productividad laboral.”

La investigación demuestra que:

Si es factible implementar la gestión en las empresas del sector confección de calzado desde la perspectiva de las competencias. Se llegó a esa conclusión después de haber demostrado estadísticamente la validez de la hipótesis planteada en la investigación, es decir; las empresas del sector de confección de calzado, gestionadas desde las competencias, mejoran sus niveles de productividad laboral.

vi.(Rego, 2010) *Análisis y propuesta de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos*, de la Pontificia Universidad Católica del – Lima, Perú.

Plantea como objetivo general:

Brindar a las empresa manufactureras criterios para la mejorar de la productividad en el caso específico de compactados pero aplicable a cualquier tipo de estudio de producción que muestre la situación de una empresa viendo puntos a corregir o mejorar,

analizando para ello los distintos factores que afectan a la productividad para sus posteriores propuestas de mejoras que maximicen los beneficios de la empresa.

La investigación concluye que:

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) aplicados a todo el procesos van a mejorar los índices de productividad y los beneficios para la empresa, en ese sentido mientras más constante sean las capacitaciones sobre BPM mejores serán los resultados en el proceso productivo.

2.1.3 Antecedente local

Antecedente local del plan agregado de producción:

- i. (López & Solís, 2014) *Plan agregado de producción y la productividad en el proceso de producción de conservas de pescado – empresa PANAFOODS S.A.C. 2014*, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho, Perú.

La investigación lleva por objetivo general: “Medir la relación que existe entre el plan agregado de producción, y la productividad del proceso de producción de conservas de pescado en la empresa Panafoods S.A.C. 2014.”

Los autores concluyen que:

El modelo de la investigación que explica la relación entre las variables Plan Agregado y la Productividad del proceso de producción de conservas de pescado en la empresa Panafoods S.A.C. son: $Productividad = 6,99x(10)^{-2} - 1,32x(10)^{-9} * (Proyección\ de\ la\ demanda) + 8,53x(10)^{-10} * (Inventario) + 5,06x(10)^{-7} (Fuerza\ de\ trabajo) - 8,18x(10)^{-8} * (Estrategias\ de\ nivel).$

Ecuación que indica conforme incrementan el costo de inventario, horas de fuerza de trabajo y reduzcan la proyección de demanda, costo de estrategia de nivel contribuirán a que aumente la productividad de la empresa Panafoods S.A.C. en el año 2014.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Plan agregado de producción

(Heizer & Render, 2009)

La planeación agregada busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio, a menudo con un adelanto de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones tratan de determinar la mejor forma de satisfacer la demanda pronosticada ajustando los índices de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, las tasas de subcontratación, y otras variables controlables. Por lo general, el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación. Sin embargo, existen otros aspectos estratégicos más importantes que el costo bajo. Estas estrategias pueden ser suavizar los niveles de empleo, reducir los niveles de inventario, o satisfacer un nivel de servicio alto.

Para los fabricantes, el programa agregado asocia las metas estratégicas de la empresa con los planes de producción, pero en las organizaciones de servicio el programa agregado relaciona las metas estratégicas con los programas de la fuerza de trabajo.

La planeación agregada necesita cuatro elementos:

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción.
- Un pronóstico de demanda para planear un periodo intermedio razonable en estos términos agregados.
- Un método para determinar los costos, el cual se estudia en este capítulo.
- Un modelo que combine los pronósticos y costos con la finalidad de tomar las decisiones de programación apropiadas para el horizonte de planeación.

Naturaleza de la planeación agregada

Como lo indica el término, un plan agregado implica combinar los recursos adecuados en términos generales, o globales. Dado el pronóstico de la demanda, los niveles de inventario, el tamaño de la fuerza de trabajo y los insumos relacionados, el encargado de elaborar el plan debe seleccionar la tasa de producción adecuada para una instalación durante el siguiente periodo que cubre de 3 a 18 meses.

El plan agregado sirve tanto para empresas de manufactura, Anheuser-Busch y Whirlpool, como para hospitales, universidades o Pearson Educación.

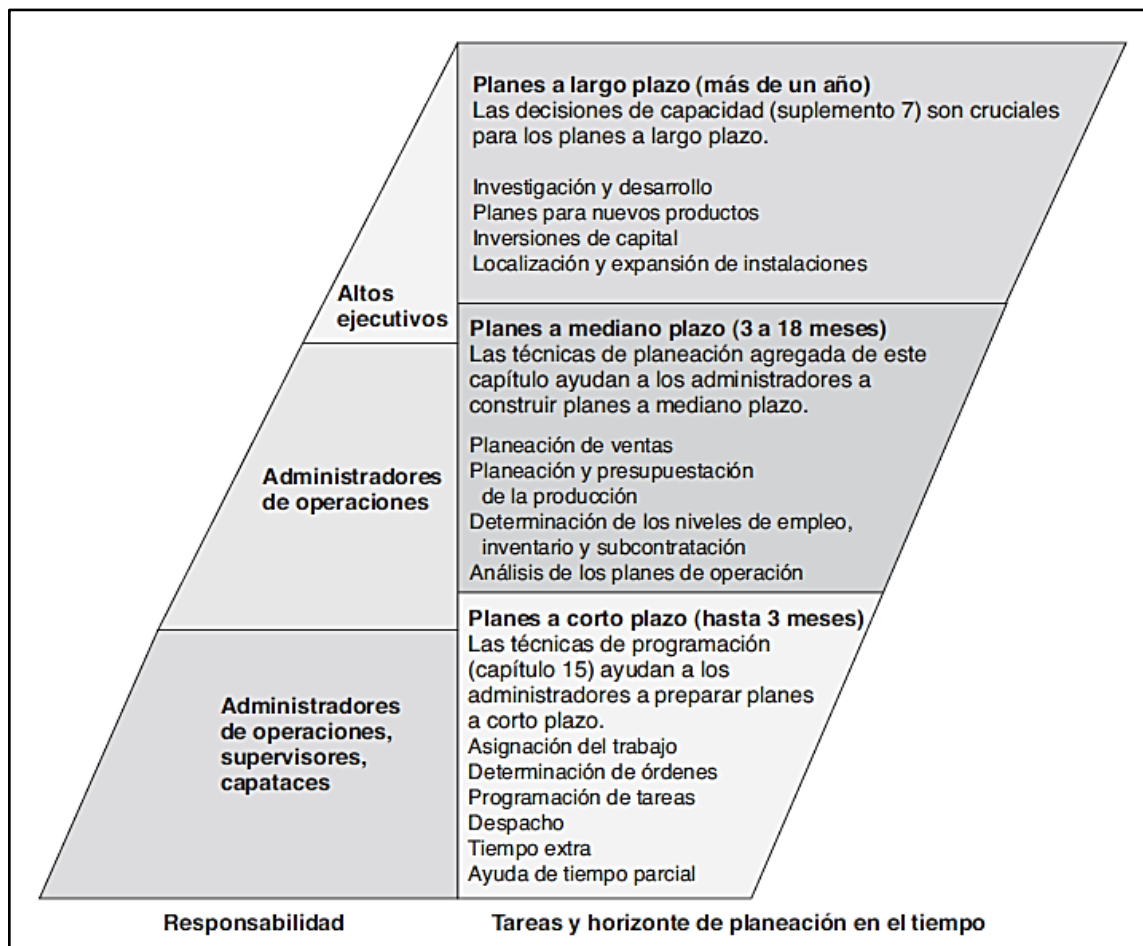


Figura 1. Planeación de tareas y responsabilidades

Fuente: Principios de Administración de Operaciones (Heizer & Render, 2009)

La planeación agregada es parte de un sistema más amplio de planeación de la producción. En el entorno de la manufactura, el proceso de desglosar el plan agregado en detalles específicos se llama desagregación. Ésta da como resultado un programa de producción maestro que proporciona información a los sistemas de planeación sobre los requerimientos de materiales (MRP, Material Requirements Planning). El programa de producción maestro se refiere a la compra o producción de las partes o los componentes necesarios para fabricar los productos finales. La programación detallada del trabajo de las personas y la programación de prioridades para los productos son resultado de la etapa final del sistema de planeación de la producción.

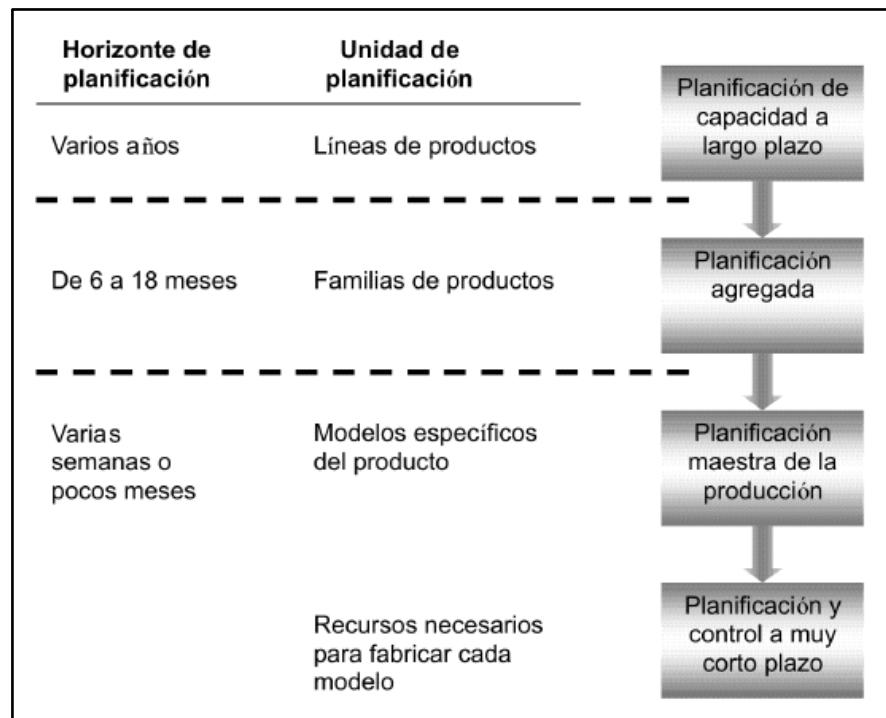


Figura 2. Planificación jerárquica de la producción

Fuente: Estado del arte sobre planeación agregada de la producción (Enginyeria d'Organització i Logística Industrial, 2007)

Características principales de la planeación agregada

En el momento de desarrollar un plan agregado de producción es necesario tener en cuenta determinadas características referidas en especial al tiempo que se desea planificar, a los criterios de evaluación, las variables necesarias y las restricciones que deben contemplarse.

Características temporales:

- El *horizonte temporal* es el periodo de tiempo que se tiene en cuenta en el plan; para la planificación a nivel agregado es normalmente entre 6 y 18 meses.
- Los *periodos o segmentos temporales* son segmentos de tiempo que componen al horizonte temporal para determinar el nivel específico de fuerza de trabajo, la tasa de producción, los niveles de stocks aceptables para ese periodo de tiempo, entre otras decisiones. Estos periodos normalmente se establecen desde un par de semanas a un mes.
- Los *plazos de rigidez* son periodos de tiempo en los que se definen las decisiones de planificación, y una vez tomadas no se pueden modificar; generalmente van de 2 a 4 meses.

El tiempo que transcurre entre dos versiones sucesivas del plan se denomina *frecuencia o ritmo de revisión*, depende de aspectos tecnológicos y organizativos del sistema productivo: las decisiones se caracterizan por una determinada inercia que impide cambiarlas de manera instantánea; además, es frecuente que la frecuencia de revisión sea diferente para un cierto tipo de aspectos que para otro, e incluso puede resultar variable con el tiempo.

(Enginyeria d'Organització i Logística Industrial, 2007) Señala:

Para determinar el horizonte temporal, los periodos de tiempo, la frecuencia o ritmo de revisión y los plazos de rigidez se deben considerar factores tales como las características de los mercados, de los proveedores de materias primas y de la naturaleza de las operaciones y controles internos. Si el mercado en el que se debe competir es estacional por cualquier razón, este factor puede ser dominante en la selección de un intervalo temporal para la planificación.

Criterios de evaluación

En el momento de elaborar la planificación agregada se deben tener en cuenta una serie de criterios, los cuales se observan a continuación.

Criterios económicos

Maximización del beneficio

El beneficio es la diferencia entre el ingreso (ventas) y los costes totales. Maximizar el beneficio cuando el ingreso es constante (se cubre toda la demanda y los precios de venta son constantes), es equivalente a minimizar los costes. Entre los costes se suelen considerar todos o algunos de los siguientes:

Mano de obra

- Conforme aumenta el nivel de producción, es necesario un mayor volumen de mano de obra directa, por lo tanto mayores costes en salarios.
- El aumento de producción requiere turnos extras, por lo tanto una plantilla de personal mayor.

Contratación

- Entrevistas y selección: consumo de tiempo en las entrevistas, gastos de oficina, publicidad, etc.
- Investigación, referencias y comprobaciones.
- Exámenes de aptitud física.
- Preparación de plantillas de admisión.
- Adiestramiento del nuevo personal.

Despidos

- Compensación por cesantía.
- Relaciones con la comunidad.

Horas extras

Subcontratación

Stock

No todos los costes por stock implican pagos, pero sí se ven reflejados en costes de mantenimiento del mismo, dependiendo de la naturaleza del producto (por ejemplo; alimentos perecederos), de utilización de espacio físico para su contención (uso de espacios propios, pudiéndolo emplear para actividades de mayor rendimiento, o alquiler).

- Los costes del dinero invertido en stock deben estimarse tomando por base el rendimiento que se obtendría si el capital estuviese invertido en alguna otra forma.
- Las existencias están sujetas a costes por daños, deterioro de artículos y caída en desuso de los mismos.
- Seguridad y almacenamiento.
- Alquiler de instalaciones para el almacenamiento.

Ruptura de stock

Esto ocurre cuando el stock y la producción no son suficientes para cumplir con los pedidos. En estos casos puede recurrirse a perder demanda o a diferir la demanda o parte de ella, esto es dependiendo de los tiempos que los clientes acepten esperar.

Costes de oportunidad

Son costes que no generan pagos pero que sí existen en realidad cuando se toma una decisión dejando de lado otra que podría haber proporcionado una mayor rentabilidad (por ejemplo el dinero invertido en stock en un determinado periodo, tal vez podría haber entregado una mayor rentabilidad invirtiéndolo en renta fija).

Costes financieros

Se producen cuando se debe recurrir a una financiación externa, como por ejemplo: créditos bancarios para pagar a proveedores, salarios, horas extras de producción, entre otras.

➤ **Pronóstico de la demanda**

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006) Hacen las siguientes clasificaciones:

El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de poder usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo.

¿De dónde proviene la demanda del producto o servicio de una empresa? y ¿qué puede hacer una compañía para administrarla? Existen dos fuentes básicas de la demanda: dependiente e independiente.

La demanda dependiente es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios. Este tipo de demanda interna no necesita un pronóstico, sino sólo una tabulación.

La demanda independiente no se deriva directamente de la demanda de otros productos.

Una empresa no puede hacer mucho respecto de la demanda dependiente, sólo es preciso cubrirla. Pero sí hay mucho que una empresa puede hacer en cuanto a la demanda independiente, si así lo desea. La compañía puede:

1) Adoptar un papel activo para influir en la demanda. La empresa puede presionar a su fuerza de ventas, ofrecer incentivos tanto a los clientes como a su personal, crear campañas para vender sus productos y bajar precios. Estas acciones pueden incrementar la demanda.

2) Adoptar un papel pasivo y simplemente responder a la demanda. Existen varias razones por ejemplo si una compañía funciona a toda su capacidad, tal vez no quiera hacer nada en cuanto a la demanda. Otras razones pueden ser que la compañía no tenga el poder de cambiar la demanda debido al gasto en publicidad; es probable que el mercado sea fijo y estático; o que la demanda esté fuera de su control (como en el caso de un proveedor único). Existen otras razones competitivas, legales, ambientales, éticas y morales por las que la demanda del mercado se acepta de manera pasiva.

Tipos de pronósticos

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos; cualitativos, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación. Estos se detallan a continuación:

Las técnicas cualitativas, son subjetivas y se basan en estimados y opiniones.

El análisis de series de tiempo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.

El pronóstico causal, que se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente.

Los modelos de simulación, permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.

a) Técnicas cualitativas de pronóstico

- Técnicas acumulativas

La suposición aquí es que la persona que está más cerca del cliente o del usuario final del producto conoce mejor sus necesidades futuras.

- Investigación de mercados

La investigación de mercados se utiliza sobre todo para la investigación de productos con el objetivo de buscar nuevas ideas, conocer los gustos y disgustos relacionados con los productos existentes, los productos competitivos preferidos en una clase en particular, etc.

- Grupos de consenso

Los pronósticos en grupo se realizan por medio de reuniones abiertas con un intercambio libre de ideas de todos los niveles gerenciales e individuales. El problema con este estilo abierto es que los empleados de niveles inferiores se sienten intimidados por los niveles más altos de la gerencia.

- Analogía histórica

Al tratar de pronosticar la demanda de un nuevo producto, una situación ideal sería que un producto existente o genérico se pueda utilizar como modelo. Existen muchas formas de clasificar estas analogías; por ejemplo, productos complementarios, productos sustituibles o competitivos, y productos como una función del ingreso.

- Método de delfos

El método de delfos oculta la identidad de los individuos que participan en el estudio. Todos tienen el mismo peso. En cuanto al procedimiento, un moderador crea un cuestionario y lo distribuye entre los participantes. Sus respuestas se suman y se entregan a todo el grupo con un nuevo grupo de preguntas. Por lo regular, la técnica de Delfos puede lograr resultados satisfactorios en tres rondas.

b) Análisis de series de tiempo

Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en la información pasada. Los términos como corto, mediano y largo son relativos al contexto en el que se emplean.

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MONTO DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Promedio móvil simple	6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto a mediano
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano

Figura 3. Guía para seleccionar un Método de pronóstico apropiado

Fuente: Administración de Operaciones y Producción. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)

El modelo de pronóstico que una empresa debe utilizar depende de:

1. El horizonte de tiempo que se va a pronosticar.
2. La disponibilidad de los datos.
3. La precisión requerida.
4. El tamaño del presupuesto de pronóstico.
5. La disponibilidad de personal calificado.

Al seleccionar un modelo de pronóstico, existen otros aspectos como el grado de flexibilidad de la empresa (mientras mayor sea su habilidad para reaccionar con rapidez a los cambios, menos preciso necesita ser el pronóstico). Otro aspecto es la consecuencia de un mal pronóstico. Si una decisión importante sobre la inversión de capital se basa en un pronóstico, éste debe ser bueno.

- Promedio móvil simple

Cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico.

La principal desventaja al calcular un promedio móvil es que todos los elementos individuales se deben manejar como información porque un nuevo periodo de pronóstico comprende agregar datos nuevos y eliminar los primeros.

- Promedio móvil ponderado

Mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada uno de los componentes de la base de datos del promedio móvil, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno.

Elección de ponderaciones: La experiencia y las pruebas son las formas más sencillas de elegir las ponderaciones.

- Suavización exponencial

En estos métodos, al agregar cada nueva pieza de datos, se elimina la observación anterior y se calcula el nuevo pronóstico.

La razón por la que se llama suavización exponencial es que cada incremento en el pasado se reduce $(1 - \alpha)$.

La suavización exponencial es la más utilizada de las técnicas de pronóstico. Es parte integral de casi todos los programas de pronóstico por computadora, y se usa con mucha frecuencia al ordenar el inventario en las empresas minoristas, las compañías mayoristas y las agencias de servicios.

- Análisis de regresión lineal

Puede definirse la regresión como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para pronosticar una variable con base en la otra. Por lo general, la relación se desarrolla a partir de datos observados. Primero es necesario graficar los datos para ver si aparecen lineales o si por lo menos partes de los datos son lineales. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta.

La regresión lineal es útil para el pronóstico a largo plazo de eventos importantes, así como la planeación agregada. Por ejemplo, la regresión lineal sería muy útil para pronosticar las demandas de familias de productos. Aun cuando la demanda de productos

individuales dentro de una familia puede variar en gran medida durante un periodo, la demanda de toda la familia de productos es sorprendentemente suavizada.

La principal restricción al utilizar el pronóstico de regresión lineal es, como su nombre lo implica, que se supone que los datos pasados y los pronósticos futuros caen sobre una recta. Aunque esto no limita su aplicación, en ocasiones, si se utiliza un periodo más corto, es posible usar el análisis de regresión lineal.

(Ylé Martínez, Juárez Duarte, & Vizcarra Parra, 2014)

- Funciones polinomiales

Un polinomio de grado n es una variable es una expresión del tipo:

$$p(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 \quad (1)$$

En la que x es una variable que puede tomar cualquier valor real, los coeficientes $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}, a_n \neq 0$ son número reales fijos (constantes) y n es el grado de la función.

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)

Pronóstico de relaciones causales

Para que un pronóstico sea de valor, cualquier variable independiente debe ser un indicador guía. El primer paso del pronóstico de una relación causal es encontrar las ocurrencias que realmente sean la causa. Muchas veces los indicadores guía no son relaciones causales sino que indican, de cierta forma indirecta, que podrían ocurrir otras cosas.

- Análisis de regresión múltiple

Otro método de pronóstico es el análisis de regresión múltiple, en el que se considera cierto número de variables, junto con los efectos de cada una en el rubro de interés.

(Gujarati & Porter, 2009). Señala:

El análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas.

El modelo con dos variables, suele ser inadecuado en la práctica debido a que la teoría económica rara vez es tan simple. Por consiguiente, se necesita ampliar el modelo simple de regresión con dos variables para considerar modelos con más de dos variables. La adición de variables conduce al análisis de los modelos de regresión múltiple, es decir, modelos en los cuales la variable dependiente, o regresada, Y , depende de dos o más variables explicativas, o regresoras. El modelo de regresión múltiple más sencillo posible es la regresión de tres variables, con una variable dependiente y dos variables explicativas.

La función de regresión poblacional (FRP) de tres variables así:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i \quad (2)$$

Dónde:

Y_i Es la variable dependiente, X_{2i} y X_{3i} las variables explicativas (o regresoras), μ_i es el término de perturbación estocástica, e i la i -ésima observación; en caso de que los datos sean series de tiempo, el subíndice t denotará la t -ésima observación. β_1 es el término del intercepto. Como es usual, este término da el efecto medio o promedio sobre Y de todas las variables excluidas del modelo, aunque su interpretación mecánica sea el valor promedio de Y cuando X_2 y X_3 se igualan a cero. Los coeficientes β_2 y β_3 se denominan coeficientes de regresión parcial.

➤ **Capacidad de planta**

(Heizer & Render, 2009) Señala:

La capacidad es el volumen de producción o número de unidades que puede alojar, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo de tiempo específico de tiempo. A menudo, la capacidad determina los requerimientos de capital y, por consiguiente, una gran parte del costo fijo. La capacidad también determina si se cumplirá la demanda o si las instalaciones estarán desocupadas. Si la instalación es demasiado grande, algunas de sus partes estarán ociosas y agregaran costos a la producción existente. Si la instalación es demasiado pequeña, se perderán clientes y quizá mercados completos. Por lo tanto, la determinación del tamaño de las instalaciones, con el objetivo de alcanzar altos niveles de utilización y un elevado rendimiento sobre la inversión, resulta crítica.

Capacidad de diseño

Es la producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado bajo condiciones ideales. Normalmente se expresa como una tasa, como el número de toneladas de acero que se puedan producir por semana, por mes o por año. Para muchas compañías, medir la capacidad resulta sencillo: el número máximo de unidades producidas en un tiempo específico. Sin embargo, para otras organizaciones, determinar la capacidad puede ser más difícil. La capacidad se puede medir en términos de camas (un hospital), miembros activos (una iglesia) o tamaño de los salones de clase (una escuela). Otras organizaciones usan el tiempo de trabajo total disponible como medida de su capacidad global.

La mayoría de las organizaciones operan sus instalaciones a una tasa menor a la capacidad de diseño. Lo hacen porque han encontrado que pueden operar con más eficiencia cuando no tienen que extender sus recursos hasta el límite.

Capacidad efectiva

Es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales. A menudo la capacidad efectiva es menor que la capacidad de diseñada debido a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferentes que la que se produce actualmente.

Dos medidas del desempeño del sistema son particularmente útiles: la utilización y la eficiencia. La utilización es simplemente el porcentaje de la capacidad de diseño que realmente se logra. La eficiencia es el porcentaje de la capacidad efectiva que se alcanza en realidad. Dependiendo de la forma en que se usen y administren las instalaciones, puede ser difícil o imposible alcanzar el 100% de eficiencia.

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \quad (3)$$

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva} \quad (4)$$

(Vollman, Whybark, Berry, & Jacobs, 2005) Señala:

Las técnicas de planeación de la capacidad tienen como objetivo primario la estimación de los requerimientos de capacidad, lo más lejos en el futuro para tener la capacidad de enfrentar dichos requerimientos. Un segundo objetivo es la ejecución: los planes de capacidad deben ejecutarse sin falla, evitando las sorpresas desagradables. La capacidad insuficiente lleva a un deterioro en el desempeño de entregas, aumento de inventarios de trabajo en proceso y personal de manufactura frustrado. Por otra parte, el exceso de capacidad puede ser un gasto innecesario que pueda reducirse.

Estándares de trabajo

Aunque estamos al inicio del siglo XXI y los costos por mano de obra suelen representar menos del 10% de las ventas, los estándares de

mano de obra todavía son importantes y siguen teniendo un papel destacado tanto en organizaciones de manufactura como de servicio. Con frecuencia son el punto inicial para establecer los requerimientos de personal.

Los estándares de mano de obra establecidos adecuadamente representan la cantidad de tiempo que debe tomar al trabajador promedio realizar las actividades específicas de la tarea en condiciones normales.

(Heizer & Render, 2009) Establecen los estándares de mano de obra de cuatro maneras:

1. Experiencia histórica

Los estándares de mano de obra se pueden estimar con base en la experiencia histórica es decir, cuántas horas de trabajo se requirieron para ejecutar una tarea la última vez que se realizó. Los estándares históricos tienen la ventaja de ser relativamente fáciles y económicos de obtener. Por lo general, se toman de las tarjetas de entrada y salida de los trabajadores o de los registros de producción. Sin embargo, no son objetivos y no conocemos su precisión, si representan un ritmo de trabajo razonable o deficiente o si incluyen eventos inusuales. Debido a que estas variables son desconocidas su uso no es recomendable.

2. Estudios de tiempos

El estudio clásico con cronómetro, o estudio de tiempos, originalmente propuesto por Frederick W. Taylor en 1881, sigue siendo el método de estudio de tiempos el más ampliamente usado. El procedimiento de un estudio de tiempo implica medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y usarlo para establecer un estándar. Una persona capacitada y experimentada puede establecer un estándar siguiendo estos ocho pasos:

1. Definir la tarea a estudiar (después de realizar un análisis de métodos).

2. Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más de unos cuantos segundos).
3. Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos de trabajo o muestras necesarias).
4. Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.
5. Calcular el tiempo observado (real) promedio. El tiempo observado promedio es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual en cada elemento:

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\left(\text{Suma de los tiempos registrados} \right)}{\text{Número de observaciones}} \quad (5)$$

6. Determinar la calificación del desempeño (paso del trabajo) y después calcular el tiempo normal para cada elemento.

$$T.N. = (T.O. \text{ promedio}) \times (\text{Factor de calificación del desempeño}) \quad (6)$$

La calificación del desempeño ajusta el tiempo observado promedio a lo que se espera realice un trabajador normal. Existen numerosos videos que especifican el ritmo de trabajo acordado por los profesionales, y los puntos de referencia que ha establecido la Society for the Advancement of Management Performance en Estados Unidos. Sin embargo, la calificación del desempeño todavía es un arte.

7. Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea.
8. Calcular el tiempo estándar. Este ajuste al tiempo normal total proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo, y fatiga del trabajador:

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de Holgura}} \quad (7)$$

Con frecuencia, las holguras de tiempo personales se establecen en un intervalo del 4% al 7% del tiempo total, dependiendo de la cercanía de baños, bebederos y otras instalaciones. Las holguras por demora suelen ser el resultado de estudios de las demoras reales que ocurren. Las holguras por fatiga se basan en el creciente conocimiento del gasto de energía humana en diversas condiciones físicas y ambientales.

3. Estándares de tiempo predeterminado

Los estándares de tiempo predeterminados dividen el trabajo manual en pequeños elementos básicos que ya cuentan con tiempos establecidos (con base en muestras muy grandes de trabajadores). Para estimar el tiempo de una tarea en particular, se suman todos los factores de tiempo registrados para cada elemento básico de esa tarea. El desarrollo de un sistema integral de estándares de tiempo predeterminados resultaría demasiado costoso para cualquier empresa. En consecuencia, hay varios sistemas comerciales disponibles. El estándar de tiempo predeterminado más común es el MTM (Methods Time Measurement; medición de tiempo de métodos), un producto de MTM Association.²

Los estándares de tiempo predeterminados son resultado de los movimientos básicos llamados therbligs. El término therblig fue acuñado por Frank Gilbreth (Gilbreth deletreado al revés con la t y la h invertidas). Los therbligs incluyen actividades como seleccionar, agarrar, posicionar, ensamblar, alcanzar, sostener, descansar e inspeccionar. Dichas actividades se establecen en términos de TMUs (Time Measurement Units; unidades de medición del tiempo), cada una de las cuales es igual a sólo 0,00001 horas, o 0,0006 minutos. Los valores MTM para varios therbligs se especifican en tablas muy detalladas.

Los estándares de tiempo predeterminados tienen varias ventajas sobre los estudios de tiempo. Primero, pueden establecerse en un ambiente de laboratorio, donde el procedimiento no interfiera con las

actividades reales de producción (lo cual tiende a suceder con los estudios de tiempo). Segundo, como los estándares pueden establecerse antes de realizar la tarea real, es posible usarlos para implementar la planeación.

Tercero, no es necesario calificar el desempeño. Cuarto, los sindicatos tienden a aceptar este método como un medio justo para establecer estándares. Por último, los estándares de tiempo predeterminados son particularmente efectivos en las empresas que realizan numerosos estudios de tareas similares.

A fin de asegurar la precisión de los estándares de mano de obra, algunas empresas utilizan tanto los estudios de tiempo como los estándares de tiempo predeterminados.

4. Muestreo del trabajo

El cuarto método para desarrollar estándares de producción o de mano de obra, el muestreo del trabajo, fue desarrollado en Inglaterra por L. Tippet en la década de 1930. El muestreo del trabajo permite estimar el porcentaje de tiempo que un trabajador dedica a distintas tareas. Se utilizan observaciones aleatorias para registrar la actividad que está realizando un trabajador. Los resultados se emplean principalmente para determinar la forma en que los trabajadores asignan su tiempo entre varias actividades. El conocimiento de esta asignación quizá lleve a cambios de personal, reasignación de tareas, estimación del costo de la actividad, y al establecimiento de suplementos por demora en los estándares de mano de obra. Cuando el muestreo del trabajo se realiza para establecer suplementos por demora, en ocasiones se le llama estudio de la tasa de demora.

El procedimiento para implementar el muestreo del trabajo se puede resumir en cinco pasos:

1. Tomar una muestra preliminar para obtener una estimación del valor del parámetro (por ejemplo, el porcentaje de tiempo que el empleado está ocupado).

2. Calcular el tamaño de muestra requerido.
3. Preparar un programa para observar al trabajador en los tiempos adecuados. El concepto de números aleatorios se usa para practicar la observación aleatoria.
4. Observar y registrar las actividades del trabajador.
5. Determinar cómo usan su tiempo los trabajadores (usualmente como un porcentaje).

➤ **Fuerza de trabajo**

La diversidad de los antecedentes culturales y educativos de la fuerza de trabajo, sumada a la frecuente reestructuración de las organizaciones, requiere tener un nivel de habilidades para administrar a las personas mucho mayor del que se requería incluso en un pasado reciente.

El objetivo de administrar al personal es obtener la productividad más elevada posible, pero sin sacrificar la calidad, el servicio o la capacidad de respuesta. El gerente de operaciones emplea las técnicas del diseño de puestos para estructurar el trabajo de modo que satisfaga las necesidades físicas y psicológicas del trabajador humano. Los métodos para medir el trabajo se usan para establecer cuál es el medio más eficiente para desempeñar una tarea dada, así como para fijar normas razonables para su desempeño.

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006) Señala:

Las personas se sienten motivadas por muchas cosas y la retribución monetaria es tan sólo una de ellas. Los gerentes de operaciones pueden estructurar estas retribuciones no sólo para que motiven de forma consistente un alto desempeño, sino también para que refuercen los aspectos más importantes del trabajo.

(Heizer & Render, 2009) Define:

Estándares de mano de obra y medición del trabajo

Los estándares de mano de obra modernos se originaron con los trabajos de Frederick Taylor, Frank y Lilian Gilbreth a principios del siglo XX. Entonces, una gran parte del trabajo era manual y el contenido de mano de obra resultante de los productos era alto. Se sabía poco de lo que hoy constituye una jornada de trabajo justa, de modo que los administradores comenzaron los estudios pertinentes para mejorar los métodos de trabajo y comprender el esfuerzo humano. Estos esfuerzos continúan en la actualidad. Aunque estamos al inicio del siglo XXI y los costos por mano de obra suelen representar menos del 10% de las ventas, los estándares de mano de obra todavía son importantes y siguen teniendo un papel destacado tanto en organizaciones de manufactura como de servicio. Con frecuencia son el punto inicial para establecer los requerimientos de personal. Debido a que en Estados Unidos más de la mitad de las plantas de manufactura usan algún tipo de sistemas de incentivo para el trabajo, los estándares de mano de obra adecuados se han vuelto un requisito.

La administración de operaciones efectiva requiere estándares significativos que ayuden a una empresa a determinar lo siguiente:

1. El contenido de la mano de obra de los artículos producidos (el costo por mano de obra).
2. Las necesidades de personal (cuántas personas se necesitan para alcanzar la producción requerida).
3. El costo y tiempo estimados antes de la producción (para ayudar a tomar varias decisiones, desde la estimación del costo hasta decisiones acerca de hacer o comprar).
4. El tamaño de las brigadas y el balanceo del trabajo (quién hace que en una actividad de grupo o en una línea de ensamble).
5. La producción esperada (de manera que tanto el administrador como el trabajador sepan lo que constituye un día de trabajo justo).

6. Las bases para los planes salario – incentivos (que proporcionen un incentivo razonable)
7. La eficiencia de los empleados y la supervisión (es necesario un estándar contra el cual determinar la eficiencia).

➤ **Inventarios**

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)

El inventario es las existencias de recursos utilizados en una organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos.

Por convención, el término inventario de manufactura se refiere a las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en materia prima, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso. En los servicios, el término inventario por lo regular se refiere a los bienes tangibles a vender y los suministros necesarios para administrar el servicio.

El propósito básico del análisis del inventario en la manufactura y los servicios es especificar 1) cuándo es necesario pedir más piezas, y 2) qué tan grandes deben ser los pedidos. Muchas empresas suelen establecer relaciones con los proveedores a más largo plazo para cubrir sus necesidades quizá de todo un año. Esto cambia las cuestiones de “cuándo” y “cuántos pedir” por “cuándo” y “cuántos entregar”.

Funciones del inventario

Los inventarios pueden cumplir diferentes funciones que aportan flexibilidad a las operaciones de una empresa. Las cuatro funciones del inventario son:

1. Desacoplar o separar diferentes partes del proceso productivo. Por ejemplo, si los suministros de una empresa fluctúan, puede ser necesario inventario extra para separar al proceso productivo de los proveedores.
2. Aislar a la empresa de las fluctuaciones de la demanda y proporcionar un stock de mercancías que permita al cliente elegir entre ellas. Este tipo de inventarios son típicos en los establecimientos minoristas.
3. Aprovechar los descuentos por cantidad, porque la compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de aprovisionamiento.
4. Protegerse contra la inflación y el aumento de precios.

Tipos de inventarios

A fin de cumplir con las funciones del inventario, las empresas mantienen cuatro tipos de inventario:

El *inventario de materias primas* se compró, pero no se ha procesado. Este inventario se puede usar para desunir (es decir, separar) a los proveedores del proceso de producción. Sin embargo, el enfoque preferido consiste en eliminar la variabilidad en cantidad, en calidad o en tiempo de entrega por parte del proveedor, así que la separación no es necesaria.

El *WIP (Work In Process; inventario de trabajo en proceso)* es de componentes o materias primas que han sufrido ciertos cambios pero no están terminados. El *WIP* existe por el tiempo requerido para hacer un producto (llamado tiempo del ciclo). Reducir el tiempo del ciclo disminuye el inventario. Con frecuencia esta tarea no es difícil: durante la mayor parte del tiempo en que un producto “se hace”, en realidad está ocioso.

Los *MRO* son *inventarios dedicados a suministros de mantenimiento*, reparación y operaciones necesarios para mantener productivos la maquinaria y los procesos. Estos inventarios existen porque no se

conocen la necesidad y los tiempos de mantenimiento y reparación de algunos equipos. Aunque la demanda del inventario MRO suele ser una función de los programas de mantenimiento, es necesario anticipar las demandas no programadas de MRO.

El *inventario de bienes terminados* está constituido por productos completados que esperan su embarque. Los bienes terminados pueden entrar en inventario por no conocer las demandas futuras del cliente.

(Heizer & Render, 2009) Define:

Costo de almacenamiento

Es el costo asociado con guardar o “llevar” el inventario a través del tiempo. Por lo tanto, los costos de mantener inventario también incluyen obsolescencia y otros costos relacionados con el almacenamiento, como seguros, personal adicional y pago de intereses. En la figura 4. Se muestran los tipos de costos que deben evaluarse para determinar los costos de mantener inventario. Muchas empresas no incluyen todos los costos de mantener inventarios; en consecuencia, es común que se subestimen.

Categoría	Costo (y rango) como porcentaje del valor del inventario
Costo de edificio (renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos y seguros)	6% (3 - 10%)
Costo por manejo de materiales (renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación)	3% (1 - 3.5%)
Costo por mano de obra (recepción, almacenamiento, seguridad)	3% (3 - 5%)
Costo de inversión (costos de préstamos, impuestos y seguros de inventario)	11% (6 - 24%)
Robo, daño y obsolescencia (mucho más en industrias de cambio rápido como las computadoras personales y los teléfonos celulares)	3% (2 - 5%)
Costos globales por manejo	26%

Nota: todas las cifras son aproximadas, puesto que varían en forma considerable según la naturaleza del negocio, su ubicación y las tasas de interés vigentes. Cualquier costo de mantener el inventario menos al 15% es dudoso, porque los costos anuales de mantener el inventario a menudo se acercan al 40% del valor del inventario y aún más en las industrias de alta tecnología y moda.

Figura 4. Determinación de los costos de almacenamiento de los inventarios

Fuente: Principio de administración de operaciones (Heizer & Render, 2009)

En resumen podemos establecer que el costo de inventarios será expresado en función al espacio de almacenamiento, al costo de operación y al costo de uso de máquinas y equipos, expresados en la siguiente fórmula:

$$Ci = \frac{Ca+Co+Cme}{\text{Capacidad promedio de almacenamiento}} \quad (8)$$

Donde:

Ci = Costo de inventario

Ca = Costo de almacén

Co = Costo operativo

Cme = Costo de máquina y equipos

➤ Estrategias de nivel

(Heizer & Render, 2009)

Al preparar un plan agregado, el administrador de operaciones debe responder varias preguntas:

- ¿Deben usarse los inventarios para absorber los cambios que registre la demanda dentro del periodo planeado?
- ¿Debe hacerse una adaptación a los cambios variando el tamaño de la fuerza de trabajo?
- ¿Deben emplearse trabajadores de tiempo parcial, o el tiempo extra y los tiempos de inactividad deben absorber las fluctuaciones?
- ¿Debe usarse la subcontratación para atender las fluctuantes órdenes a fin de mantener una fuerza de trabajo estable?
- ¿Deben cambiarse los precios u otros factores para influir en la demanda?

Todas éstas son estrategias de planeación legítimas. Implican el manejo de inventarios, tasas de producción, niveles de mano de obra, capacidad de las instalaciones, y otras variables controlables. A

continuación examinaremos con mayor detalle ocho alternativas. Las primeras cinco se conocen como alternativas de capacidad porque no tratan de cambiar la demanda, sino que buscan absorber las fluctuaciones de ésta. Las últimas tres son alternativas de demanda mediante las cuales las empresas tratan de suavizar los cambios en el patrón de la demanda ocurridos durante el periodo de planeación.

Alternativas de capacidad

La empresa puede elegir entre las siguientes alternativas de capacidad (producción) básicas:

1. *Cambiar los niveles de inventario:* Los administradores pueden incrementar el inventario durante periodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta en periodos futuros. Al seleccionar esta estrategia, aumentarán los costos asociados con faltantes, seguros, manejo, obsolescencia, robos e inversión de capital. (En general, estos costos se encuentran en un rango de entre un 15% y un 40% del valor anual de un artículo). Por otro lado, cuando la empresa entra en un periodo de mayor demanda, los faltantes quizá provoquen pérdida de ventas, debido a tiempos de entrega potencialmente más largos, y que se ofrezca un servicio más deficiente al cliente.

2. *Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos:* Una forma de satisfacer la demanda es contratar o despedir trabajadores de producción para ajustar las tasas de producción. Sin embargo, los empleados nuevos deben capacitarse y la productividad promedio baja temporalmente mientras se integran a la empresa. Desde luego, nuevas contrataciones o despidos desaniman a todos los trabajadores y pueden conducir a una menor productividad.

3. *Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso:* A veces es posible mantener una fuerza de trabajo constante mientras se varían las horas de trabajo, reduciendo el número de horas trabajadas cuando la demanda baja y aumentándolas cuando sube. Aun así, cuando la demanda sube demasiado, existe un límite en el

número realista de horas extra. El pago de horas extra significa más dinero y el exceso de tiempo extra quizá agote a los trabajadores al grado de disminuir la productividad global. Asimismo, el tiempo extra implica mayores gastos generales para mantener abiertas las instalaciones. Por otra parte, cuando se presenta un periodo de menor demanda, la compañía de alguna manera debe absorber el tiempo ocioso de los trabajadores lo que suele ser un proceso difícil.

4. *Subcontratar*: Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando el trabajo en los periodos de demanda pico. Sin embargo, la subcontratación tiene varias desventajas. Primero, tal vez sea costosa; segundo, se corre el riesgo de abrir la puerta de su cliente a un competidor; tercero, a menudo es difícil encontrar al subcontratista perfecto, uno que siempre entregue puntualmente un producto de calidad.

5. *Usar trabajadores de tiempo parcial*: Especialmente en el sector servicios, los trabajadores de tiempo parcial llegan a satisfacer las necesidades de mano de obra no calificada. Esta práctica es común en restaurantes, tiendas y supermercados.

Alternativas de demanda

Las alternativas básicas para la demanda son:

1. *Influir en la demanda*: Cuando la demanda es baja, una compañía puede tratar de incrementarla mediante publicidad, promociones, ventas personales y descuentos. Las líneas aéreas y los hoteles ofrecen, desde hace mucho, descuentos en fines de semana y tarifas especiales en temporada baja; las compañías telefónicas cobran menos en la noche; algunas universidades ofrecen descuentos a personas mayores, y los aparatos de aire acondicionado son más baratos en invierno. Sin embargo, aún con publicidad, promociones, ventas y precios especiales, no siempre es posible balancear la demanda con la capacidad de producción.

2. *Órdenes pendientes durante periodos de demanda alta*: Las órdenes pendientes son pedidos de bienes o servicios que la empresa

acepta pero que no es capaz de satisfacer en ese momento (a propósito o por casualidad). Si los clientes están dispuestos a esperar sin perder su confianza o afectar los pedidos, entonces las órdenes pendientes son una estrategia posible. Muchas empresas acumulan órdenes atrasadas, pero este enfoque suele resultar en pérdida de ventas.

3. *Mezclar productos y servicios con estacionalidad opuesta*: Para nivelar las actividades, una técnica muy común aplicada entre fabricantes consiste en elaborar una mezcla de productos con estacionalidad opuesta. Entre los ejemplos se encuentran compañías que fabrican calentadores y equipos de aire acondicionado o podadoras de pasto y máquinas quita nieve. Sin embargo, las compañías que aplican este enfoque en ocasiones se involucran con productos y servicios que no están dentro de su área de experiencia o de su mercado meta.

En la figura 5 se resumen estas ocho alternativas junto con sus ventajas y desventajas.

Alternativa	Ventajas	Desventajas	Comentarios
Cambiar los niveles de inventario	Los cambios en recursos humanos son graduales o nulos; no hay cambios abruptos en la producción.	Los costos de mantener inventarios se pueden incrementar. Los faltantes pueden ocasionar pérdidas de ventas.	Se aplica principalmente a operaciones de producción, no a las de servicios.
Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones o despidos	Evita los costos de otras alternativas.	Los costos por contrataciones, despidos y capacitación pueden ser significativos.	Se usa donde el tamaño de la fuerza de trabajo es grande.
Variar las tasas de producción mediante tiempo extra u ocioso	Se ajusta a fluctuaciones estacionales sin generar costos de contratación y capacitación.	Primas de tiempo extra; trabajadores cansados; quizá no se satisfaga la demanda.	Permite flexibilidad dentro del plan agregado.
Subcontratación	Permite que la producción de la empresa sea flexible y suavizada.	Pérdida del control de la calidad; utilidades reducidas; pérdida de negocios futuros.	Se aplica principalmente en entornos de producción.
Uso de trabajadores de tiempo parcial	Es menos costoso y más flexible que usar trabajadores de tiempo completo.	Altos costos por rotación y capacitación; se afecta la calidad; la programación es difícil.	Es bueno en el caso de trabajos no calificados, en áreas con gran fuerza de trabajo temporal.
Influir en la demanda	Intenta usar el exceso de capacidad. Los descuentos atraen a clientes nuevos.	Demanda incierta. Es difícil ajustar exactamente la oferta a la demanda.	Crea ideas de marketing. Algunos negocios usan la sobreventa.
Órdenes pendientes durante periodos de demanda alta	Puede evitar el tiempo extra. Mantiene una capacidad constante.	Los clientes deben estar dispuestos a esperar, pero hay pérdida de confianza.	Muchas compañías aceptan órdenes pendientes.
Mezcla de productos y servicios con estacionalidad opuesta	Utiliza los recursos completamente; permite mantener una fuerza de trabajo estable.	Se pueden requerir habilidades o equipo que estén fuera del área de experiencia de la empresa.	Es arriesgado encontrar productos o servicios con patrones de demanda opuestos.

Figura 5. Alternativas de planeación agregada: Ventajas y Desventajas

Fuente: Administración de Operaciones. (Heizer & Render, 2009)

Estrategia de nivelación

Una estrategia de nivelación (o programación nivelada) es un plan agregado en el que la producción diaria es uniforme de un periodo a otro. Empresas como Toyota y Nissan mantienen su producción en niveles uniformes y pueden dejar que el inventario de bienes terminados suba o baje para amortiguar la diferencia entre demanda y producción o encontrar tareas alternativas para los empleados. Su filosofía es que una fuerza de trabajo estable se traduce en un producto de mejor calidad, menor rotación y ausentismo, y mayor compromiso del empleado con las metas de la corporación. Otros ahorros ocultos incluyen empleados con más experiencia, programación y supervisión más sencillas, y una menor cantidad de empresas que inician y quiebran de inmediato. La programación nivelada funciona bien cuando la demanda es razonablemente estable.

2.2.2 Productividad

(Oficina Internacional del Trabajo, 1996)

La productividad como la relación existente entre producción e insumo.

El término productividad puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado; los factores que influyen en la productividad en una organización son múltiples y a menudo están relacionados entre sí.

(Heizer & Render, 2009)

La productividad como el resultado de dividir las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración).

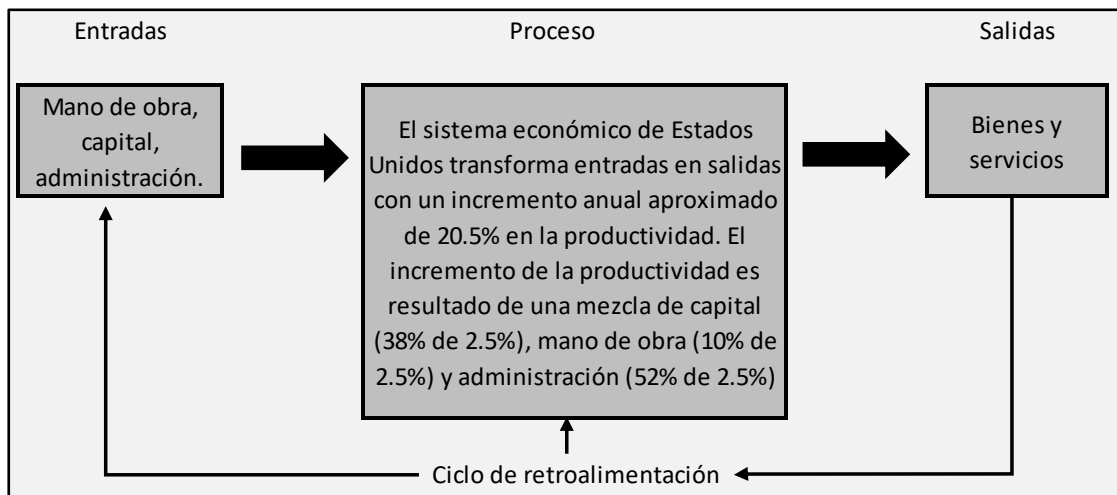


Figura 6. El sistema económico agrega valor al transformar entradas en salidas
Fuente: Administración de operaciones (Heizer & Render, 2009)

La mejora en la productividad puede lograrse de dos formas: mediante una reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien con un incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. Ambas formas presentan una mejora en la productividad. En sentido económico, las entradas son mano de obra, capital y administración integrados en un sistema de producción. La administración crea este sistema de producción, el cual proporciona la conversión de entradas en salidas. Las salidas son bienes y servicios que incluyen artículos tan diversos como pistolas, mantequilla, educación, sistemas judiciales mejorados y centros turísticos para esquiar. La producción es la elaboración de bienes y servicios. Una producción alta solo puede implicar que más personas están trabajando y que los niveles de empleos son altos (bajo desempleo), pero no implica necesariamente una producción alta.

La medición de la productividad es una forma excelente de evaluar la capacidad de un país para proporcionar una mejora en el estándar de vida de su población. Solo mediante el incremento de la productividad puede mejorarse el estándar de vida. Aún más, solo a través de los incrementos de la productividad pueden la mano de obra, el capital y la administración recibir pagos adicionales. Si los rendimientos sobre mano de obra, capital y administración aumentan sin incrementar la productividad, los precios suben. Por otra parte, los

precios reciben una presión a la baja cuando la productividad se incrementa, debido a que se produce más con los mismos recursos.

Medición de la productividad

La medición de la productividad puede ser bastante directa. Tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada de algún tipo específico de acero. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden usarse otras medidas como el capital (dinero invertido), los materiales (toneladas de hierro) o la energía (kilowatts de electricidad).

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad (9)$$

El uso de un solo recurso de entrada para medir la productividad, como se muestra en la ecuación 9, se conoce como productividad de un solo factor. Sin embargo, un panorama más amplio de la productividad es la productividad de múltiples factores, la cual incluye todos los insumos o entradas (por ejemplo, capital, mano de obra, material, energía). La productividad de múltiples factores también se conoce como productividad de factor total. La productividad de múltiples factores se calcula combinando las unidades de entrada como se muestra a continuación:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos\ utilizados} \quad (10)$$

Variable de la productividad

Como se vio en la figura 6, los incrementos de la productividad dependen de tres variables de la productividad:

- *Mano de obra*, que contribuye en casi el 10% al incremento anual.
- *Capital*, que contribuye en casi 38% al incremento anual.
- *Administración*, que contribuye en alrededor del 52% al incremento anual.

Mano de obra (trabajo)

La mejora en la contribución de la mano de obra a la productividad es resultado de una fuerza de trabajo más saludable, mejor educada y más motivada. Ciertos incrementos pueden atribuirse a semanas laborales más cortas. Históricamente, cerca del 10% de la mejora anual en productividad se atribuye a mejoras en la calidad del trabajo. Tres variables clave para mejorar la productividad laboral son:

1. Educación básica apropiada para una fuerza de trabajo efectiva.
2. La alimentación de la fuerza de trabajo.
3. El gasto social que hace posible que el trabajador, como transporte y salubridad.

Capital

Los seres humanos son animales que usan herramientas. La inversión de capital proporciona dichas herramientas.

La inflación y los impuestos elevan el costo del capital, haciendo que las inversiones de capital sean cada vez más costosas. Cuando ocurre un descenso en el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída de la productividad.

Administración

La administración es un factor de la producción y un recurso económico. La administración es responsable de asegurar que la mano de obra y el capital se usen de manera efectiva para aumentar la productividad. La administración es responsable de más de la mitad del incremento anual de la productividad. Este aumento incluye las mejoras realizadas mediante la aplicación de tecnología y la utilización del conocimiento.

(García, 2005)

Factores que restringen la productividad

Un incremento de la productividad no ocurre por sí sólo, sino que son los directivos dedicados y componentes los que lo provocan, y lo logran mediante la fijación de metas, la remoción de los obstáculos que se oponen al cumplimiento de estas, el desarrollo de planes de acción para eliminarlos y la dirección eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorar la productividad, pues varios son los factores que actúan en contra de esta, en ocasiones generados por la propia empresa o por su personal. Otros surgen en el exterior, por lo cual están fuera del control de los directivos. A continuación se presentan los factores restrictivos más comunes:

1. Incapacidad de los dirigentes para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad: Todos los dirigentes son responsables de desarrollar y mantener un ambiente laboral favorable para cumplir las metas organizacionales.
2. Problema de los reglamentos gubernamentales: La reglamentación gubernamental cada vez mayor ha tenido efectos negativos en la productividad ya reduce los recursos de las organizaciones.
3. El tamaño y obsolescencia de las organizaciones tiene un efecto negativo sobre el aumento de la productividad: Cuan mayor tamaño adquiere una organización, mayores serán los obstáculos a los que se enfrentan tanto las comunicaciones interna como las externas, la unicidad de propósito y cumplimiento de los resultados.
4. Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo: Muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad.

5. Los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad. El área de producción, el diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se emplean y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.

La dirección en el incremento de la productividad

La posición clave de la dirección puede apreciarse mejor en la figura. La importancia relativa de cada uno de los recursos que se mencionan varía de acuerdo con la naturaleza de la empresa, el país en que opera, la disponibilidad y costos de cada uno de ellos, la índole del producto y los procesos necesarios para su fabricación.

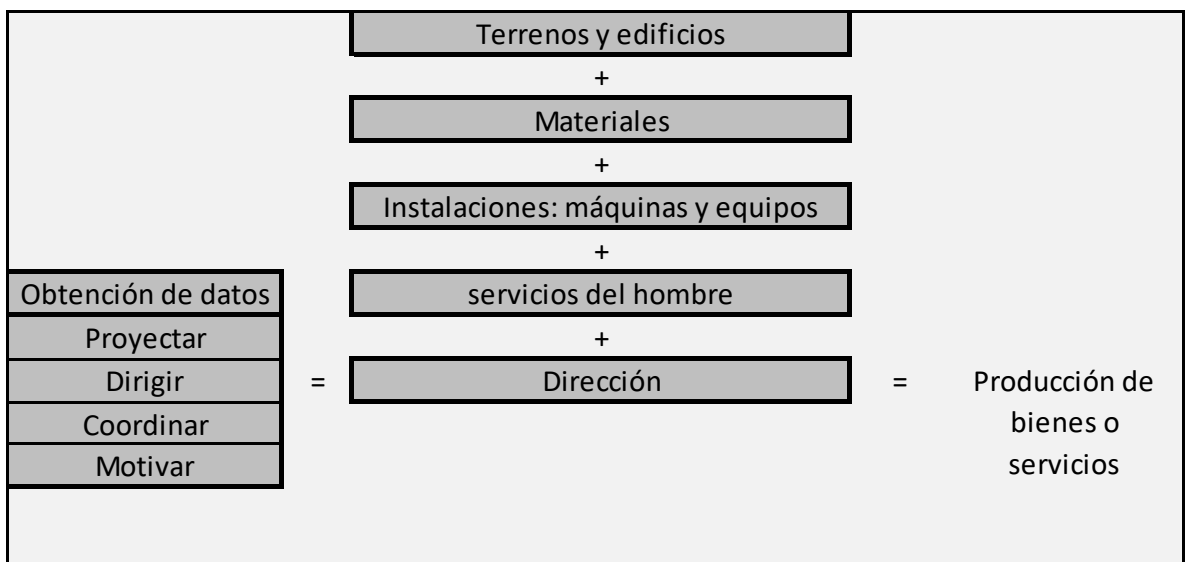


Figura 7. Posición clave de la dirección
Fuente: Estudio de trabajo (García, 2005)

En toda empresa dirigida por más una persona, la gestión rectora consiste en velar por el empleo equilibrado de los recursos y coordinar las actividades de todo dentro de la organización para obtener el mejor resultado.

El aprovechamiento de la máxima productividad de terrenos y edificios puede ser una causa muy importante de reducción de costos, particularmente cuando una empresa se halla en periodo de expansión y necesita ampliar su capacidad de producción.

Toda reducción del proyecto original que puede llevarse a cabo antes de adquirir el terreno o construir los edificios representa un menor desembolso de capital (o renta), un ahorro de materiales y de instalaciones, además de disminución de gastos futuros de mantenimiento.

Existen muchas industrias en las que el costo de las materias primas representa 60% o más del costo de producto terminado, mientras que el resto corresponde a la mano de obra y gastos generales.

En cualquiera de esas condiciones, la productividad de los materiales es un factor fundamental para una producción u operación económicas. En este caso es probable que sea mucho más importante que la productividad de la mano de obra, e incluso que la de las instalaciones y la maquinaria. Sin embargo, nos obliga a asegurarnos de que los operadores están debidamente capacitados y adiestrados para no hacer trabajos defectuosos, lo cual genera pérdidas de material.

¿Por qué es importante el incremento de la productividad?

Es importante incrementar la productividad por que ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad de empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

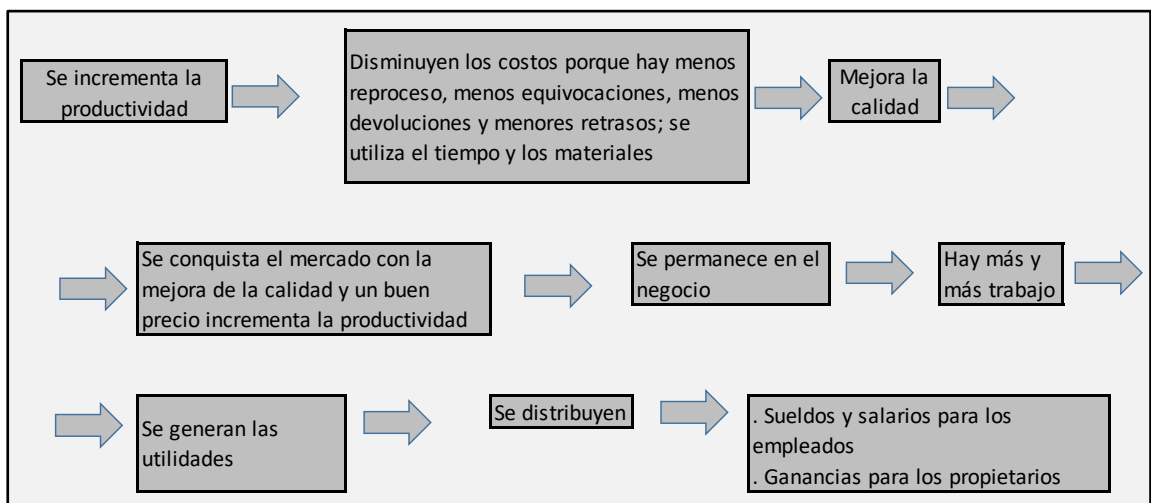


Figura 8. Reacción de una mayor productividad
Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

¿Se puede medir la productividad? ¿Con qué niveles de desagregación?

Es posible medir la productividad. Los indicadores de productividad se pueden construir con varios niveles de desagregación (o de detalles). Se puede medir con base a los factores productivos antes mencionados que participan en la producción, o bien, a partir de las diversas actividades económicas que se desarrollan en un país. En el primer caso los indicadores que se puedan generar son la productividad total de los factores (PTF) y los indicadores parciales de productividad. Dentro de estos últimos, los más importantes son los de la productividad del trabajo o laboral y el de la productividad del capital.

En el segundo caso, los indicadores pueden ser calculados por la economía en su conjunto, para cada uno de los sectores de actividad (manufacturas, servicios, comercio, transporte, etc.) y para cada división de la industria manufacturera (alimentos, bebidas y tabaco, textiles, madera, papel, etc.).

Los indicadores de productividad también pueden calcularse al nivel de cualquier empresa o establecimiento que realice alguna actividad económica.

➤ Eficiencia

(Gutiérrez & De la Vara, 2013)

La eficiencia es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de tiempo, falta de material, retrasos, etc.

(García, 2005)

La eficiencia es la forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnologías, etc. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos;

es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad.

Es la capacidad disponible en horas – hombre y horas – máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.

Las causas de tiempo muertos, tanto en horas – hombre como en horas – maquina, son las siguientes:

- Falta de material
- Falta de personal
- Falta de energía
- Manufactura
- Mantenimiento
- Producción
- Calidad
- Falta de tarjetas
- Falta de información, otros.

La eficiencia responde a la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Recursos\ proyectados}{Recursos\ utilizados} \times 100 \quad (11)$$

(Heizer & Render, 2009)

Desperdicios

Los productores tradicionales tienen metas limitadas por ejemplo, aceptan la producción de algunas partes defectuosas y mantienen inventarios. Los productores esbeltos ponen su mirada en la perfección: ninguna parte defectuosa, cero inventarios, sólo actividades que agregan valor, y ningún desperdicio. Cualquier actividad que no agrega valor a los ojos del cliente, es un desperdicio. El cliente define el valor del producto. Taiichi Ohno, destacado por su trabajo en el Sistema de producción Toyota, identificó siete categorías de desperdicio. Estas categorías se vuelven populares en

las organizaciones esbeltas y abarcan muchas de las formas en que las organizaciones desperdician o pierden su dinero.

Los **siete desperdicios** definidos por Ohno son:

- *Sobreproducción*: Producir más de lo que ordena el cliente o producir por adelantado (antes de que el producto sea demandado) es desperdicio. Por lo general, el inventario es un desperdicio.
- *Filas*: El tiempo ocioso, el almacenamiento y la espera son desperdicio (no agregan valor).
- *Transporte*: El movimiento de materiales entre las plantas o entre centros de trabajo son desperdicio.
- *Inventario*: las materias primas innecesarios, el trabajo en proceso, los bienes terminados y el exceso de suministros no agregan valor y son desperdicios.
- *Movimiento*: El movimiento de equipo o personas que no agrega valor es desperdicio.
- *Sobre procesamiento*: El trabajo realizado sobre el producto pero que no agrega valor es desperdicio.
- *Producto defectuoso*: Las devoluciones, las reclamaciones de garantía, el trabajo repetido y los sobrantes son un desperdicio.

➤ **Eficacia**

(Gutiérrez & De la Vara, 2013)

La eficacia es el grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando servicios.

(García, 2005)

La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidad, calidad percibida o ambos.

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ planificada} \times 100 \quad (12)$$

(Mejía, 1998)

EFICACIA		EFICIENCIA		EFFECTIVIDAD
RA / RE		$\frac{(RA / CA * TA)}{(RE / CE * TE)}$		$\frac{\text{Puntaje eficiencia} + \text{Puntaje eficacia}}{2}$
				Máximo puntaje
RANGOS	PUNTOS	RANGOS	PUNTOS	La efectividad se expresa en porcentaje (%)
0 – 20%	0	Muy eficiente > 1	5	
21 – 40%	1	Eficiente = 1	3	
41 – 60%	2			
61 – 80%	3	Ineficiente < 1	1	
81 – 90%	4			
>91%	5			

Donde R = Resultado, E = Esperado, C = Costo, A = Alcanzado, T = Tiempo

Figura 9. Formulas y calificaciones para evaluar eficacia, eficiencia y efectividad
Fuente: Indicadores de efectividad y eficiencia (Mejía, 1998)

Del cuadro anterior se pueden hacer algunos comentarios:

- La eficacia es simplemente la comparación entre lo alcanzado y lo esperado (RA/RE). Los niveles superiores de eficacia corresponden a porcentajes de ejecución muy altos, cuya calificación es cada vez más difícil de obtener. Es decir, obtener una calificación de 5 no es simplemente hacer una labor cuatro grados superior a la calificación de 1, es mucho más que eso. **Normalmente, niveles superiores de cumplimiento exigen mayores esfuerzos e imponen mayores grados de dificultad.**
- En los indicadores de eficiencia se distinguen el cociente entre RA/CA*TA y RE/CE*TE, lo cual es de nuevo lo alcanzado frente a lo esperado. Simplemente en este caso el resultado involucra dos variables críticas en la obtención del resultado: el costo incurrido y el tiempo empleado para la ejecución de la meta deseada. Por supuesto, la relación de estas variables con el resultado es inversa, es decir, mientras menos tiempo o dinero se consuman para obtener el objetivo esperado, mejor será el desempeño y viceversa. Además, mientras más cantidad de resultado se obtenga por unidad de tiempo y de costo empleados, también se estará en una situación favorable. En esencia se está hallando el resultado obtenido por unidad de tiempo y de costo para ser comparado con el resultado esperado por unidad de tiempo y de costo estimados. El cociente

entre ambos debería ser el más alto posible, lo cual sucederá siempre que el valor alcanzado sea mucho mayor que el estimado.

- Nótese que la fórmula de eficiencia combina las variables de la eficacia (RA/RE) ponderadas por los factores tiempo y costo de una manera inversa. **Es decir, una alta eficiencia presupone que exista una alta eficacia.**
- **Finalmente quien es eficiente y es eficaz, en esencia decimos que es efectivo.** Esto es lo que, en el fondo, todos deseamos para nuestras empresas, que sean afectivas.

2.3 Definiciones conceptuales

2.3.1 Plan agregado

La planeación o planificación es un proceso cuyo principal objetivo es determinar una estrategia de forma anticipada que permita que se satisfagan unos requerimientos de producción, optimizando los recursos de un sistema productivo. La planeación agregada aborda la determinación de la fuerza laboral, la cantidad de producción, los niveles de inventario y la capacidad externa, con el objetivo de satisfacer los requerimientos para un horizonte de planificación de medio plazo (6 a 18 meses).

2.3.2 Productividad

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

2.3.3 Pronósticos

Un pronóstico, en el plano empresarial, es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones. El objetivo básico de un pronóstico consiste en reducir el rango de incertidumbre dentro del cual se toman las decisiones que afectan el futuro del negocio y con él a todas las partes involucradas. Aunque, el pronóstico no sustituye el juicio administrativo en la toma de decisiones, simplemente es una ayuda en ese proceso.

2.3.4 Muestra censal

En un trabajo de investigación los autores deben estudiar poblaciones finitas y accesibles. Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra, tomando el término de muestra censal.

2.3.5 Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

2.3.6 Desperdicios

El desperdicio, según lo define el ex presidente de Toyota, Fujio Cho, es “cualquier cosa que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y obreros (horas de trabajo) absolutamente esencial para la producción”.

También se llama desperdicio, a cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo, o capital en cantidades que son consideradas como necesarias en la producción de una construcción. El originar costos y no generar valor, es la base del concepto de desperdicio.

2.3.7 Inventarios

Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados. También se le puede definir como una relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa o persona en un momento determinado porque expresa el valor de cada elemento patrimonial en unidades monetarias.

2.3.8 Eficiencia

La eficiencia es la habilidad para conseguir cosas con la menor inversión posible de recursos. Se centra en el método, en el mejor sistema y el tiempo más corto para hacer bien lo que se hace. Se centra en cómo hacer las cosas.

2.3.9 Eficacia

La eficacia es el grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se centra en los resultados.

2.3.10 Stock de seguridad

Stock de seguridad es un término utilizado en logística para describir el nivel extra de stock que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas de stock. El stock de seguridad se genera para reducir las incertidumbres que se producen en la oferta y la demanda.

2.3.11 Lote económico

Lote Económico de Producción es un modelo matemático para control de inventarios que extiende el modelo de cantidad económica de pedido a una tasa finita de producción. Su finalidad es encontrar el lote de producción de un único producto para el cual los costos por emitir la orden de producción y los costos por mantenerlo en inventario se igualan.

2.3.12 Estudio de tiempos

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

2.4 Los dueños del problema

Para la investigación, los autores han determinado identificar como “los dueños del problema”, a las personas o grupos de personas que se ven afectados directamente por los efectos de no desarrollar un plan agregado de producción que contribuye a mejorar al incremento de la productividad. Las personas consideradas dueños del problema son todos los colaboradores de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. con un total de 26 colaboradores, siendo estos: jefe de producción, jefe de gestión de la calidad, supervisor de control de calidad, secretaria general, 21 colaboradores conformado por los operarios de las líneas de producción y ayudantes, y por último se debe tomar en cuenta al gerente general de la empresa a quien le importa aún más el incremento de la productividad.

Tabla 1. Los dueños del problema de la empresa AgroBranggi S.A.C.

Colaboradores	Cantidad
Gerente general	1
Secretaria general	1
Jefe de producción	1
Supervisor de control de calidad	1
Jefe de gestión de calidad	1
Operarios y ayudantes	21
Total	26

Fuente: Elaboración propia

2.5 Formulación de la hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

2.5.2 Hipótesis específicos

1. El pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
2. La capacidad de planta se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
3. La fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
4. Los inventarios se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.
5. Las estrategias de nivel se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

2.6 Operacionalización de variables e indicadores

La matriz de operacionalización, permite corroborar que las dimensiones utilizadas en la investigación son las correctas en con concordancia con las definiciones conceptuales.

La matriz de operacionalización utilizada para el trabajo de investigación fue el siguiente:

Tabla 2. Operacionalización de variables, indicadores e índices

	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL				
V. Independiente (X)	<p>Plan agregado de producción (X): Busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio; asociando las metas estratégicas de la empresa con los planes de producción. (Heizer & Render, 2009) ISBN: 9786074420999</p>	<p>Plan agregado de producción (X): La planeación agregada se realiza en base al pronóstico de la demanda y la capacidad de planta, para establecer las cantidades y los tiempos de producción, tomando en cuenta su sistema de inventarios y las condiciones de su fuerza de trabajo con el fin de obtener la estrategia de nivel que nos lleve al costo mínimo. (Flores & Solís, 2015)</p>	X1: Pronóstico de la demanda	X1.1: Modelo matemático	t/año	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			X2: Capacidad de planta	X2.1: Tiempo estándar	h/t N° de días	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			X3: Fuerza de trabajo	X3.1: Costo de hora normal X3.2: Costo de hora extra X3.3: Costo de contratar y capacitar X3.4: Costo de despedir X3.5: Días laborables	soles/h soles/h soles/persona soles/persona días	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			X4: Inventarios	X4.1: Tamaño único de almacenamiento X4.2: Costo de inventarios	t/m soles/t	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			X5: Estrategias de nivel	X5.1: Alternativas de capacidad X5.2: Alternativas de demanda X5.3: Alternativas mixtas	soles	T: Experimento I: Material Experimental
V. Dependiente (y)	<p>Productividad (Y): Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. (García, 2006) ISBN: 9701046579</p>	<p>Productividad (Y): Son las unidades producidas en un intervalo de tiempo, con relación al uso eficiente de los recursos utilizados en la producción la eficacia con el cumplimiento de objetivos trazados por la empresa. (Flores & Solís, 2015)</p>	Y1: Eficacia	X1.1: Producción obtenida X1.2: Producción esperada	t	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			Y2: Eficiencia	X2.1: Costos reales X2.2: Costos programados	soles	T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos

Fuente: Elaboración Propia

3 METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Diseño de investigación

La presente investigación tiene un diseño no experimental en su variante descriptivo correlacional.

Descriptivo correlacional: Debido a que describe la realidad problemática de la empresa y la solución planteada y porque pretende medir el impacto al relacionar las variables, plan agregado de producción y productividad.

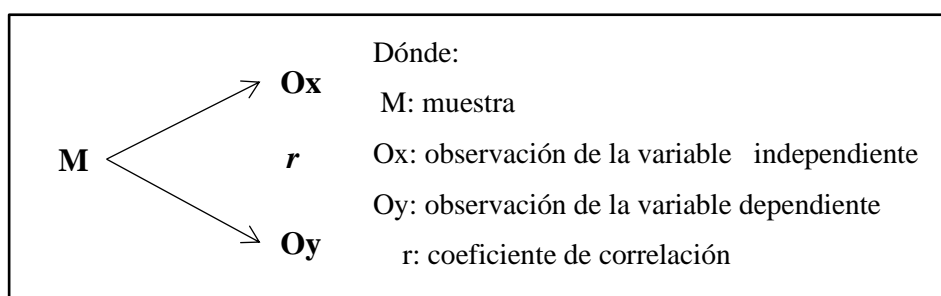


Figura 10. Diseño descriptivo correlacional

Fuente: El Proyecto de Investigación Cuantitativa (Córdova, 2012)

3.1.2 Tipo de investigación

La presente investigación es tipificada de la siguiente manera:

(Latorre 1996) citado por Córdova (2012).

- Según su finalidad, es aplicada
- Según su alcance temporal, es transversal
- Según su profundidad, es explicativa
- Según su carácter de medida, es cuantitativa

3.1.3 Enfoque de investigación

El siguiente estudio de investigación trata de un diseño que se fundamenta en el enfoque cuantitativo y en el paradigma deductivo. Debido a que se analizan las relaciones entre la variable plan agregado de producción y la variable productividad.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está comprendida por los 26 colaboradores de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C., definida en la sección de dueños del problema.

$$N = 26$$

3.2.2 Muestra

Siendo la población menor a 30 personas, entonces estamos frente a una población pequeña, por ende se consideró a todo el conjunto como muestra, lo que se denomina muestra censal; bajo estas condiciones podemos asumir un nivel de confianza del 100% para los análisis estadísticos.

(López 1998) “La muestra censal es aquella porción que representa toda la población”.

$$n = 26$$

3.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas a emplear

La información que ayudó a la realización del presente trabajo de investigación, fue obtenida por medio de:

1. **Encuesta:** Con la finalidad de obtener información sobre el plan agregado de producción y productividad, en la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. se realizaron encuestas, siendo éstas dirigidas a los dueños del problema.

2. **Análisis documental:** Se recolectó datos de los registros de producción, así como las comprar realizadas, entre otros. Que nos permitieron la realización del plan agregado de producción y por ende la contribución en la productividad de la empresa.
3. **Observación:** Se recolectó datos del proceso de elaboración de productos en la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C., mediante el procedimiento de la utilización de nuestros sentidos.
4. **Experimento:** El objetivo del experimento fue la manipulación deliberada de la variable independiente para ver o conocer sus efectos en la variable dependiente.

3.3.2 Descripción de Instrumentos

La información necesaria para llevar a cabo este trabajo de investigación, se obtuvo de los siguientes instrumentos de recolección:

1. **Cuestionario:** Para el procesos de investigación se utilizó el cuestionario, que permitió obtener información de las variables, la primera concerniente al plan agregado de producción (*variable X*) y la segunda correspondiente a la productividad (*variable Y*), a través de preguntas formuladas por los investigadores.
2. **Ficha y registro de datos:** Para el proceso de investigación se utilizó las fichas y registros, que permiten conocer la cantidad de producción, días laborables, costos de mano de obra, entre otros.
3. **Ficha de observación:** Fue el instrumento mediante el cual se registraron datos que aportan las áreas dentro de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C.

4. Material experimental: Fue el instrumento mediante el cual permitió informar lo que sucedió.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Ordenamiento y clasificación.**

Se ordenó y clasificó toda la información que se utilizó en el desarrollo del plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos para la empresa AgroBranggi S.A.C.

- **Registro y procesamiento computarizado con Excel 2013.**

Con el programa Microsoft office 2013 sistema operativo Windows 7 Home Basic, se registró y procesó toda la información en la hoja de cálculo de Excel, especialmente la proyección de la demanda.

- **Procesamiento computarizado con Minitab 17.**

En el programa Minitab versión 17, se procesó información de los productos de la producción del año 2015 y los márgenes de utilidad unitarios para cada uno de los 45 productos de la empresa AgroBranggi S.A.C. para obtener los productos vitales, mediante el análisis de Pareto, así mismo se realizó un análisis del comportamiento de la producción del año 2015 para el pronóstico de la demanda en el año 2016.

- **Procesamiento computarizado con SPSS 21.0.**

En el programa SPSS versión 21.0, se procesó los resultados del cuestionario de la investigación para medir la fiabilidad del cuestionario mediante el alpha de Cronbach.

- **Procesamiento computarizado con XLStat-Pro v7.5.2.**

En el programa XLStat-Pro Versión 7.5.2, se procesó los resultados obtenidos en las dimensiones del plan agregado de producción para determinar que dimensión genera un mayor impacto en la variable productividad.

- **Procesamiento computarizado con WinQSB 2.0.**

Se utilizó el programa WinQSB Versión 2.0, en el que se procesó las estrategias de nivel del plan agregado de producción con el fin de obtener el plan agregado óptimo que contribuya a la productividad.

4 RESULTADOS

En este capítulo se describen los pasos del desarrollo del plan agregado de producción y de la productividad que son abordadas en esta investigación; así como las tablas, graficas e interpretaciones que conlleve, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Pasos para el desarrollo de la investigación

Paso	Descripción
1°	Análisis preliminar
2°	Proyección de la demanda
3°	Determinar la capacidad de planta
4°	Determinar los índices de fuerza de trabajo
5°	Determinar los índices de inventarios
6°	Simular las estrategias de nivel
7°	Plan agregado óptimo
8°	Cálculo de indicadores de la productividad
9°	Cálculo de la productividad
10°	Resultados metodológicos de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

4.1 Análisis preliminar

El análisis preliminar busca describir las condiciones de las operaciones que se observan en la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. a fin de brindarle un sustento técnico para el pronóstico de la demanda y la capacidad de planta, que son entradas para la planeación agregada.

4.1.1 Análisis de Pareto

Para realizar un análisis de Pareto se organizó la data obtenida de la empresa con las órdenes de producción del todo el año de estudio (2015) y posterior a ello se clasificó la información según los 45 productos elaborados por AgroBranggi, según los niveles de producción obtenidos.

Sin embargo los datos utilizados para desarrollar el Pareto fueron los ingresos por ventas generados de la multiplicación de la producción por su costo unitario, considerando que la ingresos para una empresa son de mayor relevancia que el tamaño de la producción.

En la figura 11 se observan los resultados obtenidos del análisis de Pareto, bajo el criterio que el 80% de los ingresos obtenidos, provienen del 20% de los productos en la empresa.

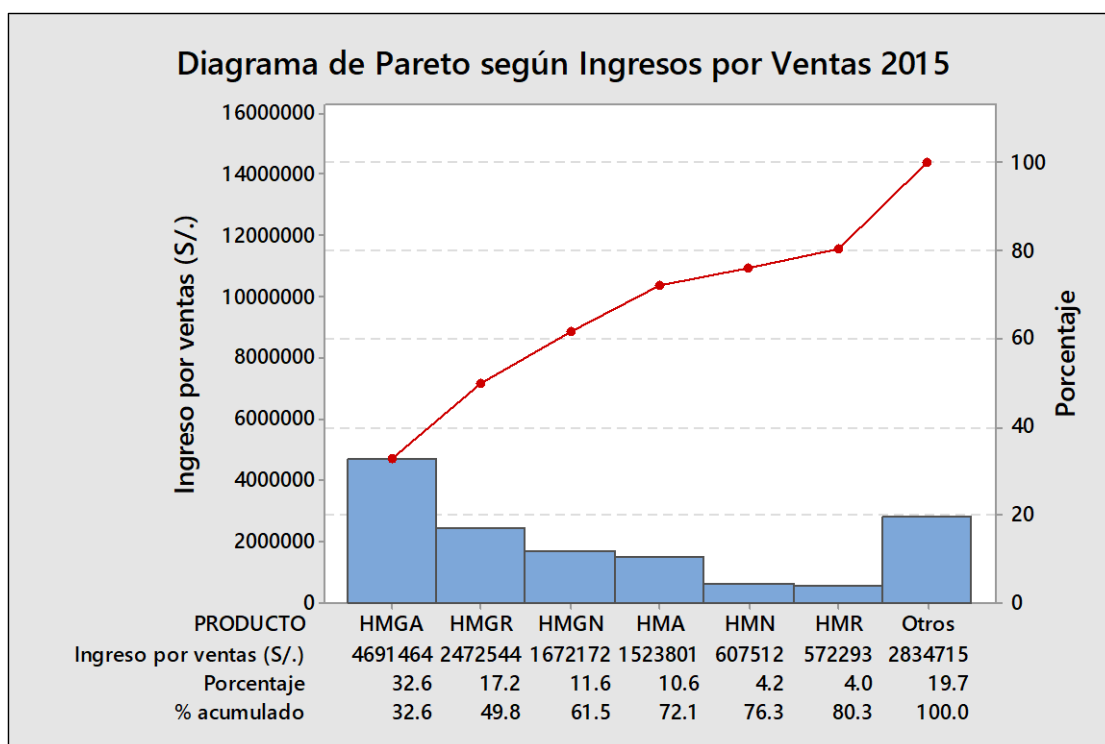


Figura 11. Priorización de productos - AgroBranggi S.A.C.
Fuente: Elaboración propia

El propósito de realizar el análisis de Pareto fue obtener los productos vitales para AgroBranggi, de manera que la investigación se centre en aquellos productos que tienen una mayor significancia para la empresa.

En la figura 11 se puede identificar que son seis (6) los productos vitales, con mayores ingresos por ventas en el año 2015, los cuales corresponden a: harina de maca gel amarilla (HMGA), harina de maca gel roja (HMGR), harina de maca gel negra (HMGN), harina de maca amarilla (HMA), harina de maca negra (HMN) y harina de maca roja (HMR).

4.1.2 Clasificación de productos por familias

Un plan agregado de producción como su nombre lo indica se hace en base a productos agregados en familias; por ende, es necesario

realizar dicha clasificación de los productos vitales obtenidos en el Pareto bajo una serie de criterios, para el caso particular de esta investigación, en base a la similitud de flujos de proceso y la materia prima, se identificó 2 familias: harina de maca gel y harina de maca.

Tabla 4. Análisis de familias por productos - AgroBranggi S.A.C.

Factores	HMGA	HMGR	HMGN	HMA	HMN	HMR
Similitud de flujos	A	A	A	B	B	B
Materia prima	Maca Amarilla	Maca Roja	Maca Negra	Maca Amarilla	Maca Negra	Maca Roja
Nombre de familia	Harina de Maca Gel	Harina de Maca Gel	Harina de Maca Gel	Harina de Maca	Harina de Maca	Harina de Maca

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de familias, se analizó el Layout del proceso (distribución física de planta) y los flujos de los productos vitales, determinando las similitudes que se tomaron como base para establecer las familias.

4.2 Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda necesitó de una data histórica de la producción del año 2015 de las familias identificadas, la cual se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Producción por familias AgroBranggi 2015

Meses	Familias de Productos		
	HMG	HM	Total
Enero	4,73	9,93	14,66
Febrero	7,28	5,08	12,36
Marzo	0,00	14,81	14,81
Abril	26,87	1,20	28,07
Mayo	53,66	8,35	62,02
Junio	5,65	7,94	13,59
Julio	71,56	9,96	81,53
Agosto	45,38	36,29	81,68
Setiembre	20,06	13,71	33,77
Octubre	13,63	1,25	14,88
Noviembre	28,69	4,89	33,59
Diciembre	8,37	6,57	14,95
Total (t)	285,91	119,99	405,89

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, los valores de entrada para el pronóstico de la demanda del año 2016 son la suma de la producción de ambas familias, ya que el plan agregado estará en función de la harina de maca gel y la harina de maca.

4.2.1 Comportamiento de datos históricos

Para identificar el modelo de pronóstico más adecuado es necesario realizar un análisis del comportamiento de los datos históricos de producción del año 2015; que contribuya a esclarecer ciertos patrones estadísticos en especial la desviación estándar que nos determina la dispersión de nuestros datos con respecto a su media.

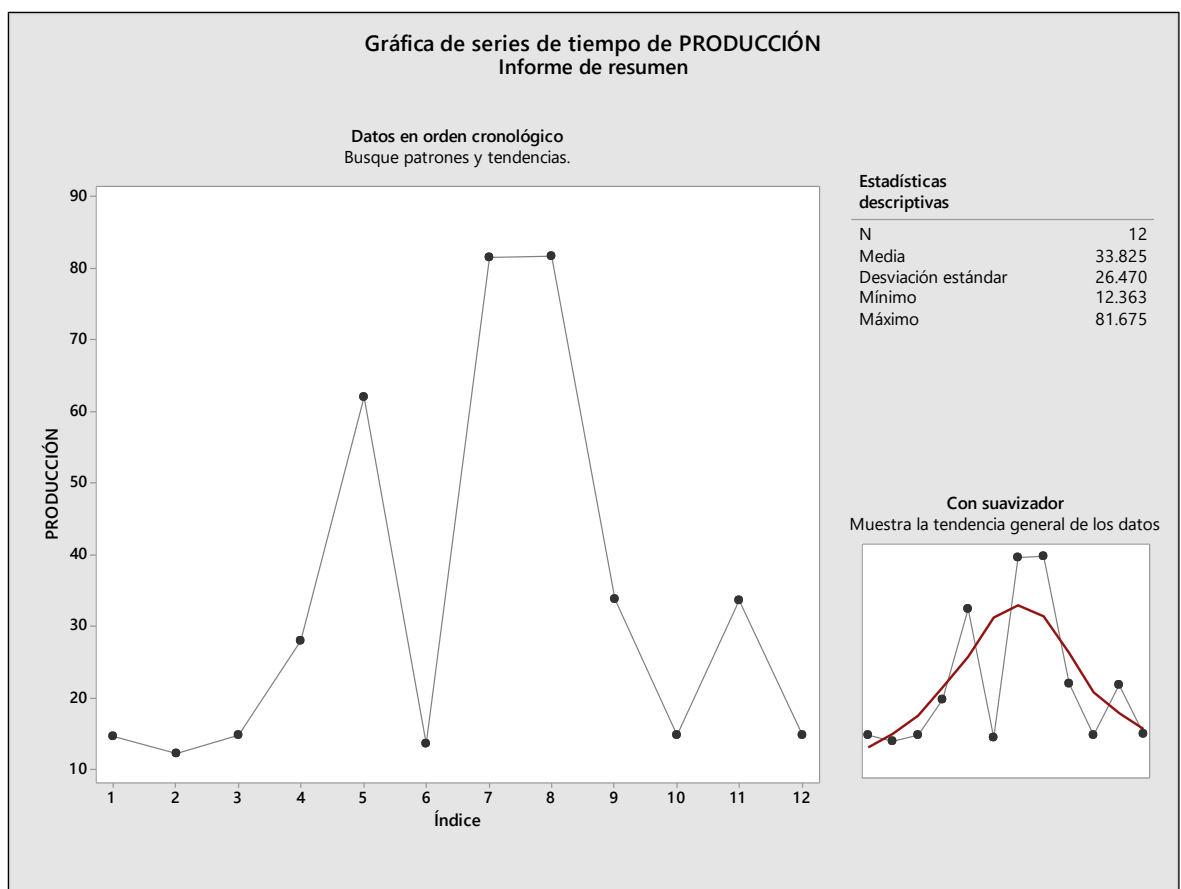


Figura 12. Análisis gráfico de serie de tiempos
Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se observa que la producción en los meses de febrero a mayo asciende hasta las 62,02 toneladas (t) y luego se hace un cambio brusco en el mes de junio a 13,59 t para que nuevamente en julio y agosto se genere una alza en producción hasta las 81,68 t, descendiendo una vez más en septiembre y octubre hasta las 14,88 t para

volver a alzar en noviembre con 33,59 t y quedar finalmente en diciembre con 14,95 t; por lo que se pudo definir que la producción de AgroBranggi en el año 2015 tuvo un comportamiento cíclico de dos ascensos importantes, sin embargo también presentó cambios rápidos en su producción desde mayo a diciembre con alzas y bajas, en alguna de ellas muy marcadas y finalmente presentó un patrón estacional con ascensos en los meses centrales del año y descensos en los meses iniciales y finales

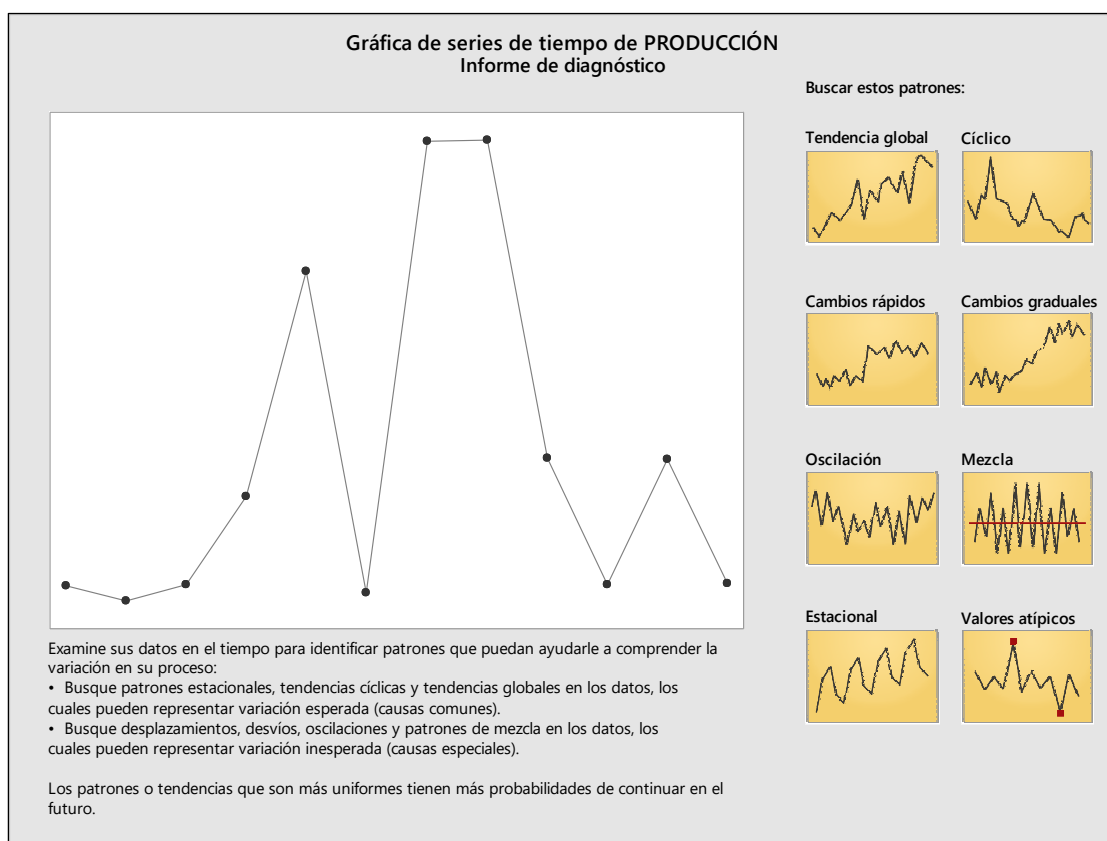


Figura 13. Patrones de comportamiento de la serie de tiempos
Fuente: Elaboración propia

Debido al análisis realizado se pudo concluir que será complejo determinar un modelo de pronóstico que se ajuste a variaciones tan cambiantes en la producción; por ende debe considerarse una tendencia adecuada que se ajuste a los datos reales, dado que el riesgo de usar un patrón de datos cambiantes es considerable y más si se habla de un plan agregado de producción que establecerá la forma de trabajo de una empresa.

4.2.2 Selección del método de pronóstico apropiado

De acuerdo al análisis realizado en el comportamiento de los datos históricos se optó aplicar el método multiplicativo de Holt Winters, este método considera el nivel, la tendencia y estacionalidad de los datos, por lo cual los resultados obtenidos son más confiables en comparación a otros métodos de pronósticos. Para determinar el pronóstico de la demanda se utilizó el software Minitab 17.

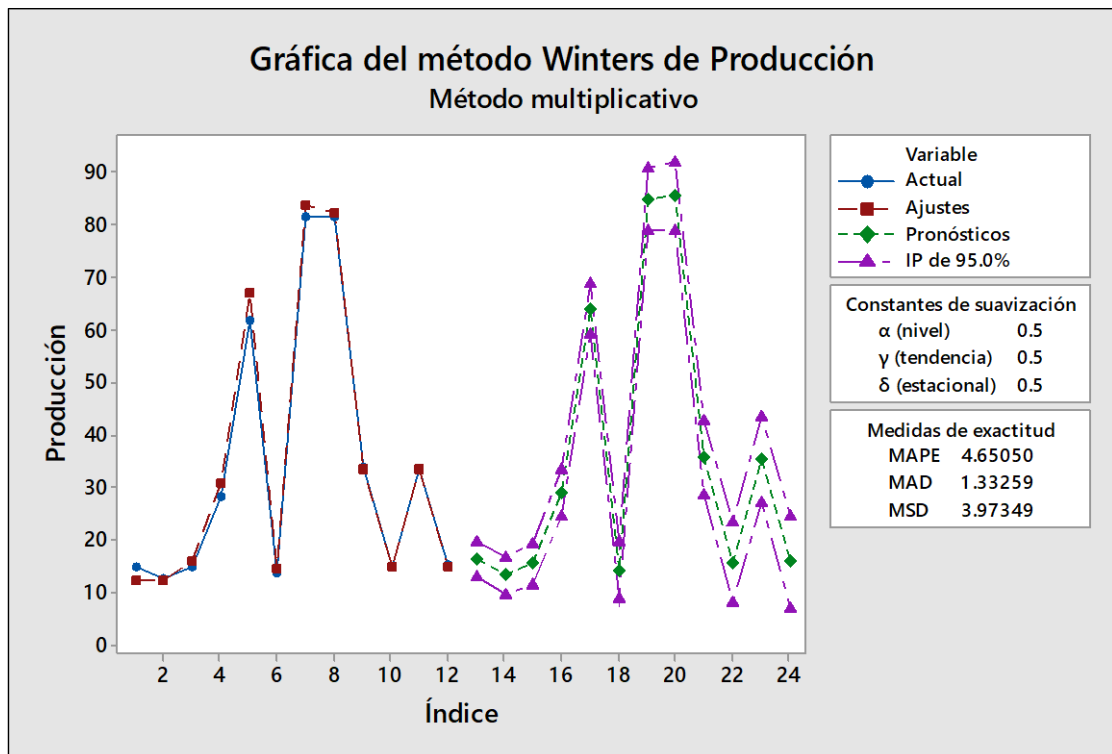


Figura 14. Pronóstico mediante el método multiplicativo de Holt Winters

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se observa los límites superior e inferior del pronóstico en base al 95% del IP y la proyección de la demanda para el año 2016, con un error porcentual absoluto medio (MAPE) del 4,65%, en cual expresa la exactitud del pronóstico como un porcentaje de error; la desviación absoluta de la media (MAD) de 1,33 toneladas, el cual expresa el error en las mismas unidades de los datos y finalmente la desviación cuadrática media (MSD) de 3,97 toneladas, indica la medida ajustada de los valores de la serie de tiempo. Los valores del pronóstico se observan en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados del pronóstico - Método Multiplicativo de Holt Winsters

N°	Meses	Producción real – Año 2015 (t/mes)	Pronóstico – Año 2016 (t/mes)
1	Enero	14,66	16,26
2	Febrero	12,36	13,11
3	Marzo	14,81	15,37
4	Abril	28,07	28,96
5	Mayo	62,02	64,11
6	Junio	13,59	14,12
7	Julio	81,53	85,23
8	Agosto	81,68	85,75
9	Septiembre	33,77	35,53
10	Octubre	14,88	15,67
11	Noviembre	33,59	35,32
12	Diciembre	14,95	15,70

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo es conveniente desagregar la demanda proyectada que asciende a 425,13 t para todo el año 2016, entre las familias que son base para el plan agregado de producción.

Tabla 7. Pronóstico desagregado por familias - Año 2016

N°	Meses	Familia de productos		Pronóstico total (t/mes)
		HMG	HM	
1	Enero	5,25	11,01	16,26
2	Febrero	7,72	5,39	13,11
3	Marzo	0,00	15,37	15,37
4	Abril	27,72	1,24	28,96
5	Mayo	55,47	8,64	64,11
6	Junio	5,87	8,25	14,12
7	Julio	74,81	10,42	85,23
8	Agosto	47,65	38,10	85,75
9	Septiembre	21,11	14,42	35,53
10	Octubre	14,35	1,32	15,67
11	Noviembre	30,17	5,15	35,32
12	Diciembre	8,80	6,90	15,70

Fuente: Elaboración propia

4.3 Capacidad de Planta

La capacidad de planta limita la producción, pues es un parámetro que dice cuanto es capaz de producir a un ritmo normal de funcionamiento y permitirá saber cuánto procesará por mes.

4.3.1 Tiempo requerido por unidad de producto

Por medio del estudio de tiempos, se determinó el tiempo estándar de producción o el tiempo requerido por unidad de producto, para cada una de las familias en estudio, siendo la unidad de referencia una tonelada (*ver anexos 12 y 13*).

Tabla 8. Tiempo de producción - Familia de maca gel

Nº	Actividades del proceso de producción	Tiempo standard (h/T)
1	Trasladar MP hacia el área de Selección	0,2520
2	Seleccionar	1,2783
3	Trasladar MP hacia el área de pesado	0,2182
4	Pesar	0,1750
5	Trasladar MP hacia el área de lavado	0,0714
6	Lavar	1,4722
7	Trasladar hacia el área de picado	0,1998
8	Picar	1,3725
9	Trasladar hacia el área de extruido	0,2980
10	Extruido	2,7834
11	Trasladar hacia el área de deshidratado	0,3035
12	Deshidratar (batch)	2,2378
13	Trasladar hacia área de molienda	0,3377
14	Moler - Tamizar	1,5056
15	Reposar Harina	2,0195
16	Trasladar hacia área de envasado	0,3644
17	Envasar	2,0733
18	Trasladar hacia almacén de PT	0,2534
Horas de trabajo requeridas por tonelada		17,22

Fuente: Elaboración propia

El estudio de tiempos que se realizó a la harina de maca gel tiene un tiempo requerido por tonelada de 17,22 lo que significa que para producir una tonelada de harina de maca gel la empresa AgroBranggi utiliza 17,22 horas en conjunto para 18 actividades detalladas en la tabla 8.

De la misma manera en el estudio de tiempo realizado para la harina de maca, el tiempo requerido por tonelada fue de 14,43 horas de producción en 16 actividades descritas en la tabla 9.

Tabla 9. Tiempo de producción - Familia harina de maca

Nº	Actividades del proceso de producción	Tiempo standard (h/T)
1	Trasladar MP hacia el área de Selección	0,2520
2	Seleccionar	1,2783
3	Trasladar MP hacia el área de pesado	0,2182
4	Pesar	0,1750
5	Trasladar MP hacia el área de lavado	0,0714
6	Lavar y desinfectar	1,4722
7	Trasladar hacia el área de picado	0,1998
8	Picar	1,3725
9	Trasladar hacia el área de deshidratado	0,3035
10	Deshidratar (batch)	2,5378
11	Trasladar hacia área de molienda	0,3377
12	Moler - Tamizar	1,5056
13	Reposar Harina	2,0195
14	Trasladar hacia área de envasado	0,3644
15	Envasar	2,0733
16	Trasladar hacia almacén de PT	0,2534
Horas de trabajo requeridas por tonelada		14,43

Fuente: Elaboración propia

En el plan agregado de producción se tomó como input el valor promedio de los tiempos estándar de ambas familias (02), el cual es de 15,83 horas/tonelada.

4.4 Índices de fuerza de trabajo

Los índices de fuerza de trabajo están en función a costos de salarios de los recursos humanos que trabajan directamente con el proceso productivo, por tanto, no se considera a la parte administrativa.

Todos los costos obtenidos del área de recursos humanos de AgroBranggi, nos fueron dados en meses, por lo que se hizo los cálculos para establecerlos en horas.

En la tabla 10 se detallan el número de trabajadores por cada área del proceso y el salario que cada uno de ellos percibe; para obtener un promedio de todos los salarios que servirá como estándar en los demás cálculos.

Tabla 10. Salario de operarios - AgroBranggi S.A.C.

Área	Cantidad	Salario mensual (s/.)
Recepción de Materia prima	1	1 100,00
Área de selección	3	1 200,00
Área de lavado y desinfección	2	1 200,00
Área de rodajado y picado	1	1 300,00
Área de extruido	3	1 200,00
Área de secado	2	1 200,00
Área de mezclado y tamizado	2	1 300,00
Área de molienda	3	1 300,00
Almacén	3	1 000,00
Área de servicios	1	800,00
Salario promedio por trabajador		1 160,00

Fuente: Elaboración propia

Otro dato que se necesitó es el promedio de días laborables al mes y para ello se obtuvo la lista de días laborables de cada mes descontando feriados nacionales y considerando los domingos ya que la empresa sigue procesando en esos días, obteniendo un promedio de 30 días laborables al mes que se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Tabla de días laborables por meses para el año 2016

Mes	Número de días
Enero	30
Febrero	29
Marzo	29
Abril	30
Mayo	31
Junio	29
Julio	29
Agosto	30
Septiembre	30
Octubre	30
Noviembre	29
Diciembre	30

Fuente: Elaboración propia

AgroBranggi trabaja 1 turno de 8 horas por día, por ende, para obtener el número de horas disponibles por mes se multiplica el número de horas por turno (8) por el número de días laborables de cada mes, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Tiempo disponible (h/mes) para el año 2016

Mes	Tiempo disponible por mes (h/mes)
Enero	240
Febrero	232
Marzo	232
Abril	240
Mayo	248
Junio	232
Julio	232
Agosto	240
Septiembre	240
Octubre	240
Noviembre	232
Diciembre	240

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Costo de hora hombre (H-H) en tiempo normal y tiempo extra

El costo de hora hombre está en función del costo promedio de los trabajadores, entre el promedio de días laborables por mes, obteniendo que AgroBranggi paga S/. 39,10 por cada turno de trabajo, es decir por día.

$$H - h \text{ normal} = \frac{1160,00}{30} = 39,10 \text{ soles/turno}$$

Lo siguiente es obtener el costo de cada hora de trabajo, para ello se divide el costo obtenido anteriormente entre las 8 horas que corresponde a un turno. El costo de una hora normal de trabajo en AgroBranggi es de S/. 4,89.

$$H - h \text{ normal} = \frac{39,10}{8} = 4,89 \text{ soles/hora}$$

Finalmente para obtener el costo de hora extra sumamos el 25% más del costo normal, ya que es lo que estipula la empresa, obteniendo un costo de S/. 6,11 por hora extra.

$$H - h \text{ extra} = 4,89 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) \times 1,25 = \mathbf{6,11 \text{ soles/hora}}$$

4.4.2 Costo de contratar/capacitar y despedir

En AgroBranggi solo necesitan los servicios de un capacitador para entrenar a cualquier nuevo trabajador que ingrese a la empresa, por tanto los costos de capacitar solo estarán en función del salario de este empleado.

Tabla 13. Estructura administrativa - Área de gestión humana

Cargo	Denominación	Salario (S/.)	Beneficios Sociales (S/.)	Total mes (S/.)
Capacitador	Empleado	1 300	200	1 500
Total				1 500

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los costos de contratar y despedir, están basados en el tiempo que el personal de recursos humanos utilizará para gestionar los contratos o despidos, expresados en un porcentaje de su trabajo. Por otra parte, AgroBranggi con 21 empleados, tiene un índice de rotación de personal del 4%, lo que significa que no contratan o despiden al mes como una política de empresa y que sus despidos son casos particulares. El procedimiento requirió obtener un porcentaje de tiempo asignado para capacitar por parte de la empresa, se valorizó según el salario que percibe el empleado y se multiplicó por el número de trabajadores mensual que se contrata o despide, aproximadamente 1 persona, con lo que se obtiene el gasto unitario para cada actividad, como se detalla a continuación:

Tabla 14. Gasto unitario de contratos y despidos

Actividades del área	% de tiempo asignado	Valorizado (s/.)	Gasto unitario (s/.)
A. Contratación	25%	375	375
B. Capacitación	45%	675	675
C. Ceses y renunciaciones (Calculo de liquidación)	15%	225	225

Fuente: Elaboración propia

Costo de contratar/capacitar (A+B) es igual a **1 050,00 soles/empleado**

Costo de despido (C) es igual a **225,00 soles/empleado**

Nota: El porcentaje de tiempo asignado para cada actividad ha sido obtenido del área de recursos humanos de la empresa AgroBranggi, en proporción a las horas dedicadas a esta actividad. Estos costos han sido utilizados para el desarrollo de las estrategias de nivel por requerimiento del software WinQSB, pero no se consideraron en la elección de la estrategia óptima, puesto que la empresa no despide personal, tan sólo hay rotación interna.

4.5 Índices de inventarios

El plan agregado de producción requiere de datos respecto a los inventarios y el almacenamiento. Se debe tener claro que los datos requeridos son con respecto al almacén de productos terminados.

4.5.1 Tamaño único de almacenamiento (TUA)

El propósito del TUA es determinar un estándar en volumen sobre dimensión en metros, según la configuración del almacén de productos terminados, con el cual se determinó posteriormente el costo de inventarios.

AgroBranggi utiliza pallets estándar peruanos, cuyas medidas son: largo de 1 metro, ancho de 1,2 metros y alto de 0,15 metros.

Tabla 15. Peso de paleta por familia TUA en volumen

Características	Familia de productos	
	Harina de maca	Harina de maca gel
Peso/Bolsas (Kg)	20,00	25,00
Bolsas/Cama	6	6
Camas/Paleta	10	10
Peso Empaque(Kg)	0,10	0,10
Peso Paleta (Kg)	24,00	24,00
Peso TUA (Kg)	1 230	1 530
Peso TUA (t)	1,23	1,53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Altura de paleta por familia TUA en metros

Características	Familia de productos	
	Harina de maca	Harina de maca gel
Altura de Cama (m)	0,200	0,200
Cama por paleta	10	10
Altura de paleta (m)	0,145	0,145
Altura TUA (m)	2,145	2,145

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Área de paleta por familia TUA en m²

Características	Familia de productos	
	Harina de maca	Harina de maca gel
Largo paleta (m)	1,00	1,00
Ancho paleta (m)	1,20	1,20
Área TUA (m²)	1,20	1,20

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Configuración de paletizado o ubicaciones

El almacén de productos terminados de la empresa AgroBranggi no posee una distribución física por medio de rack de almacenamiento y sólo usa un nivel de configuración.

Se debe tener en cuenta que la altura mínima del techo del almacén sobre la paleta es de 0,855 m lo cual no es adecuado para la ventilación de los productos terminados, sin embargo, se debe resaltar que AgroBranggi es una empresa dedicada principalmente a la maquila, por lo que sus productos finales solo pasan horas o a lo mucho algunos días antes de ser recogidos por sus clientes.

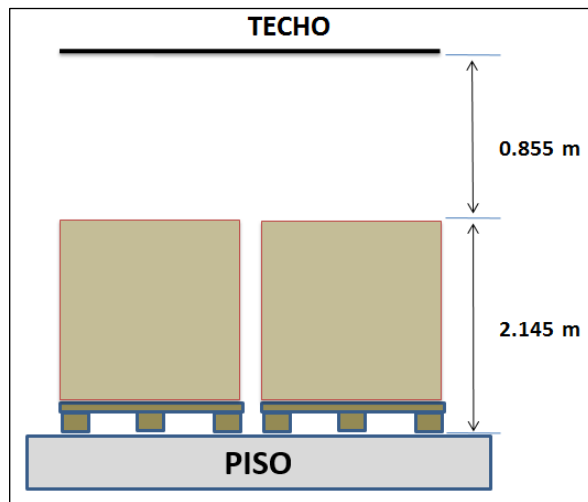


Figura 15. Configuración de la paleta en piso
Fuente: Elaboración propia

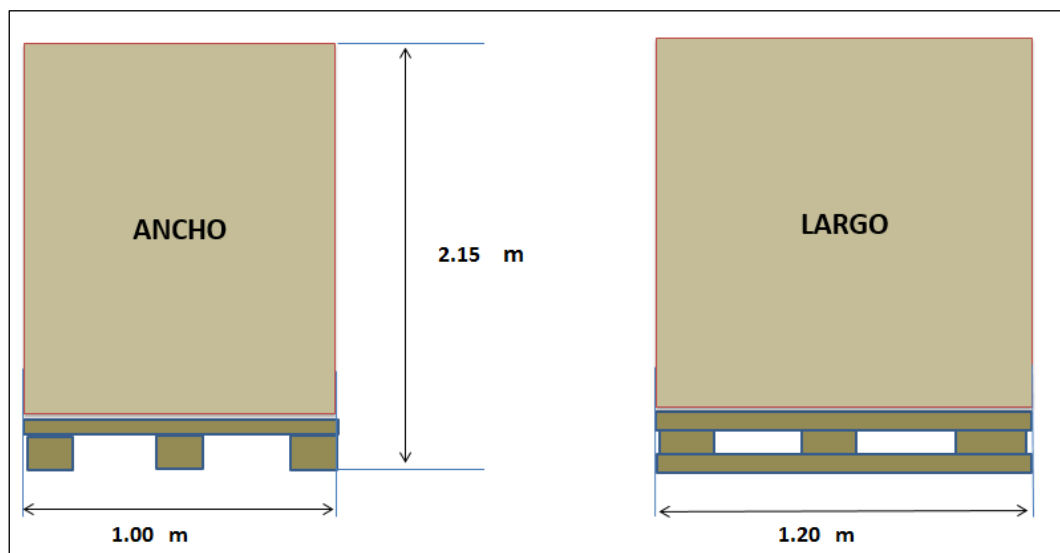


Figura 16. Dimensiones de paleta en piso
Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Diseño del almacén de productos terminados

El diseño del almacén de productos terminados solo contempla un nivel de configuración; el diseño está basado sobre el área del ambiente y condicionado por los pallets y los espacios entre ellos que por norma se debe respetar.

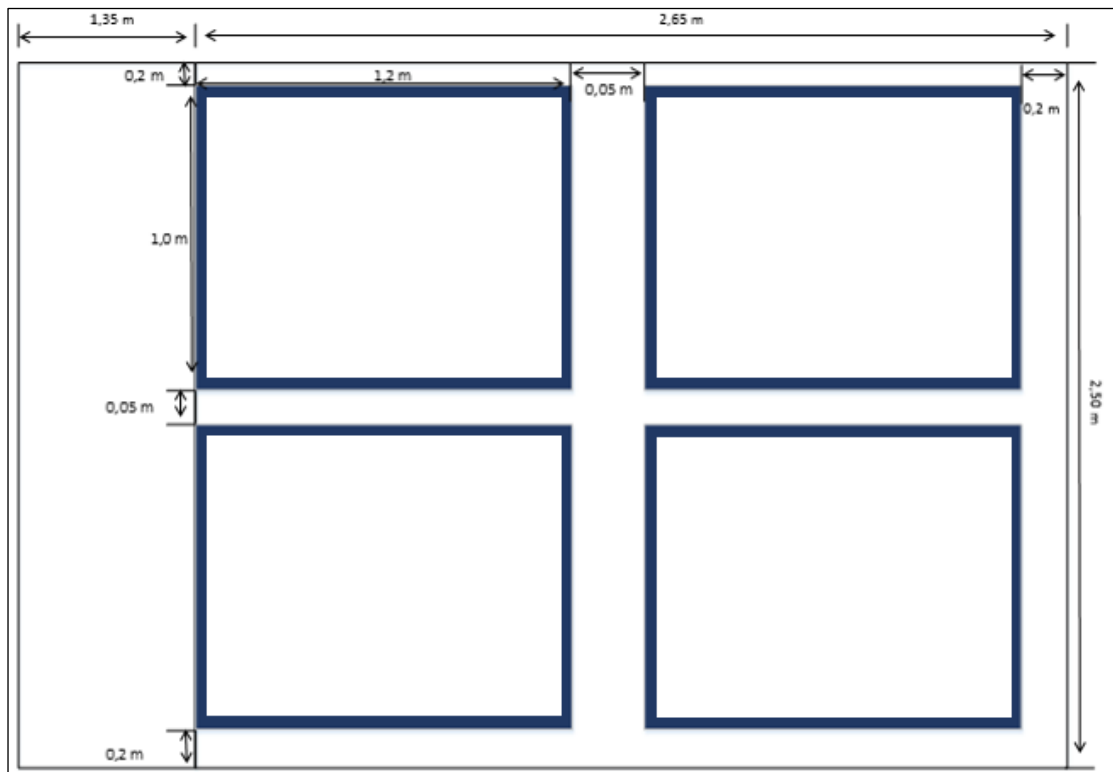


Figura 17. Configuración de estanterías (vista de planta)
Fuente: Elaboración propia

Según DIGESA (1999), Manual de buenas prácticas de almacenamiento de productos farmacéuticos y afines del Ministerio de Salud; en el capítulo III, artículo 17° dice: los estantes y parihuelas deben guardar entre sí una distancia adecuada para facilitar el manejo de los productos y estar colocados a una distancia mínima de 30 cm de la pared y en lugares donde no dificulten el tránsito del personal, ni oculten u obstruyan los grifos o extintores contra incendios. En ningún caso deben colocarse los productos directamente en el piso, se deben utilizar estantes y parihuelas que faciliten la circulación y limpieza. Asimismo para evitar la propagación de plagas.

Como se observa, AgroBranggi no se ciñe exactamente al manual, pues si bien respeta espacios entre pallets y de ellos con la pared, no son los que indica el manual, sino aquellos que recomiendan algunos expertos en el tema de almacenamiento para el tránsito del personal y de equipos de traslado.

4.5.4 Costo de mantener inventarios

Mantener existencias en almacén tiene un costo por unidad que considera varios aspectos, los que se expresan en la siguiente fórmula (ver ecuación 8):

$$Ci = \frac{Ca+Co+Cme}{Cap. prom. de almacenamiento}$$

Donde:

Ci = Costo de inventario

Ca = Costo de almacén

Co = Costo operativo

Cme = Costo de máquinas y equipos

Costo de almacén

El almacén de productos terminados tiene un área de 10 m², debido a su elevado índice de rotación. Este espacio está valorizado en S/. 10 213,73 según la información proporcionada por el área de contabilidad de la empresa; en cuanto al costo por edificación e instalaciones, asciende a S/. 12 676,61.

Dado que la información estaba expresada en el tiempo de vida de la empresa (16 años), se calculó el costo para un año al dividirlo entre 16 y para el costo mensual, entre los 12 meses que hay en un año, obteniendo un monto de S/. 119,22 por mes, que AgroBranggi asume al tener inventarios en el almacén.

Tabla 18. Costo del espacio de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.

Descripción	Cantidad (m ²)	Costo (dólar/m ²)	soles/dólar	Costo (soles/m ²)	Costo total (soles)
Terreno	10	303,98	3,36	1021,37	10 213,73
Edificaciones e instalaciones	10	377,28	3,36	1267,66	12 676,61
IMPORTE TOTAL					22 890,34
IMPORTE ANUAL					1 430,65
IMPORTE MENSUAL					119,22

Fuente: Elaboración propia

Costo operativo

El costo operativo está en función al recurso humano que trabaja ligado al almacén e inventarios y a los salarios que la empresa asume por sus servicios, como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 19. Costo operativo de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.

Ocupación	Cantidad	Salario mensual (soles/empleador)	Salario total (s/.)
Asistentes	1	1 000	1 000
Técnico de calidad	1	1 350	1 350
Estibadores	2	850	1 700
Personal de limpieza	1	800	800
Total salario mensual			4 850

Fuente: Elaboración propia

Costo de máquinas y equipos

El último aspecto que se debe considerar como parte de los costos de inventarios, son aquellos que se hacen por el uso de maquinarias y/o equipos para el traslado interno de los inventarios.

Se debe tener cuidado al considerar el número de pallets puesto que solo deben contarse aquellos que pertenecen al almacén de productos terminados y no confundir con el número de pallets en general de toda la empresa.

Tabla 20. Costo de máquinas y equipos de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.

Descripción	Cantidad (unidades)	Costos (dólares/unidad)	Soles/dólar	Costo (soles/unidad)	Costo total (s/.)
Montacargas Elevador hidráulico	4	26 400	3,36	88 704	354 816
Pallets estándar	1	157	3,36	527,52	527,52
	4	68	3,36	228,48	913,92
IMPORTE TOTAL					356 257,4
IMPORTE ANUAL					22 266,09
IMPORTE MENSUAL					1 855,51

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se consolida los costos de almacén, de operación, de maquinarias y equipos, al sumarlos según la fórmula 7, obtuvimos el costo de inventario final por cada unidad en el almacén, para nuestro caso el costo en soles por cada tonelada almacenada.

Tabla 21. Costo de inventarios - AgroBranggi S.A.C.

Descripción	Importe mensual (s/.)
Costo operativo	4 850,00
Costo de almacén	119,22
Costo de máquinas y equipos	1 855,51
COSTO TOTAL MENSUAL	6 824,73
TOTALES DE UBICACIONES	4 ubicaciones
CAPACIDAD PROMEDIO POR UBICACIÓN	1,35 t/ubicación
CAPACIDAD PROMEDIO DE ALMACENAMIENTO	5,4 t/mes
COSTO DE MANTENER INVENTARIO	1 263,84 Soles/t/mes

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21 también considera el número de ubicaciones, es decir el número de pallets que alberga el almacén de productos terminados, así mismo la capacidad promedio por ubicación o las toneladas que alberga cada pallet, para el caso de AgroBranggi: 1,35 toneladas/pallet, lo que sumaría a 5,4 toneladas de capacidad promedio de almacenamiento.

Finalmente se obtiene el costo de inventario en función de la unidad que manejamos para el estudio, al dividir el costo total mensual obtenido de la fórmula entre el número de toneladas que el almacén puede guardar, obteniendo un costo de S/. 1 263,84 por cada tonelada almacenada.

4.6 Estrategias de nivel

Las estrategias de nivel fueron realizadas en el programa WinQSB 2.0 en su módulo de planeación agregada (Aggregate planning), el cual requiere de una serie de datos para procesar las simulaciones. En la tabla 22 se detallan los datos requeridos.

Tabla 22. Tabla de información de la planeación agregada para el año 2016

Información (INPUTS)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pronóstico de la demanda (toneladas/mes)	16,26	13,11	15,37	28,96	64,11	14,12	85,23	85,75	35,53	15,67	35,32	15,70
Número inicial de empleados	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Tiempo regular disponible (h/empleador)	240	232	232	240	248	232	232	240	240	240	232	240
Costo regular de la hora (s/.)	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
Costo por debajo de la hora (s/.)	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
Tiempo extra disponible (horas)	120	116	116	120	124	116	116	120	120	120	116	120
Costo del tiempo extra (s/.)	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11
Costo de contratación (soles/empleador)	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050
Costo de despido (soles/empleador)	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
Inventario inicial (toneladas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel máximo de inventario (toneladas)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Nivel mínimo de inventario aceptado (toneladas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de mantener una tonelada en inventario (soles/tonelada)	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84	1 263,84
Otros costos unitarios de producción (s/.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimiento de capacidad (h/tonelada)	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, todos los datos obtenidos en las dimensiones anteriores (pronóstico de la demanda, capacidad de planta, inventarios, fuerza de trabajo), se toman en la tabla 22 para procesar las simulaciones de distintas estrategias de planeación agregada; resumen que se detalla en la tabla 23, considerando el porcentaje de cumplimiento de la demanda, costo de tiempo normal, costo de inventarios y el costo total del plan agregado como los resultados que permitieron identificar la estrategia óptima de planeación agregada para la empresa AgroBranggi.

Las estrategias consideradas fueron: producción constante, producción periódica de 2, 3,6 y 12 períodos; tiempo constante de capacidad para empleados, cantidad de empleados constantes y cantidad mínima de empleados constante.

Tabla 23. Resultados de las estrategias de nivel - Plan agregado para el año 2016

Estrategias de nivel	Factores de análisis						
	Cumplimiento de demanda	Costo tiempo normal	Costo antes de tiempo	Costo de mantener inventarios	Costo de contratar	Costo de despedir	Costo total del plan agregado
1. Promedio de producción constante	101,62%	S/. 33 440,56	S/. 259 020,58	S/. 409 357,78	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 701 819,00
2. Promedio de producción periódico							
2.1 Promedio de producción constante - 2 periodos	101,62%	S/. 33 440,56	S/. 259 020,55	S/. 47 962,73	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 340 423,84
2.2 Promedio de producción constante - 3 periodos	100,91%	S/. 33 208,33	S/. 259 252,80	S/. 29 801,35	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 322 262,47
2.3 Promedio de producción constante - 6 periodos	101,62%	S/. 33 440,56	S/. 259 020,53	S/. 135 066,58	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 427 527,72
2.4 Promedio de producción constante - 12 periodos	101,62%	S/. 33 440,56	S/. 259 020,58	S/. 409 357,78	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 701 819,00
3. Tiempo constante de capacidad para empleados	126,31%	S/. 41 568,47	S/. 224,45	S/. 1 148 843,13	S/. 00,00	S/. 4 050,00	S/. 1 194 686,00
4. Cantidad inicial de empleados constante	888,43%	S/. 292 372,66	S/. 177,80	S/. 27 742 560,00	S/. 00,00	S/. 00,00	S/. 28 035 120,00
5. Cantidad mínima de empleados constante	170,30%	S/. 56 043,89	S/. 00,00	S/. 2 680 617,00	S/. 00,00	S/. 3 825,00	S/. 2 740 486,25

Fuente: Elaboración propia

Los criterios a considerar para la elección de la estrategia óptima son el cumplimiento de la demanda y el costo total del plan agregado. Según la tabla 23, todas las estrategias cumplen con la demanda a valores mayores del 100%; es decir, se lograra cumplir con la demanda pronosticada para el año 2016. Por tanto el indicador que definió la estrategia óptima fue el menor costo del plan agregado.

4.7 Plan agregado óptimo

Las diferentes estrategias simuladas condicionan la producción y elevan o disminuyen los costos, a su vez se acercan o alejan de la demanda real en función de los parámetros que se establezcan.

Estos dos criterios son los más importantes para hacer una elección, pues por muy económica que sea la estrategia sino cumple con la demanda o se acerca a ella, el costo en pérdida de clientes podría ser mayor a mediano plazo, y si por el contrario se cumple con la demanda haciendo un uso excesivo de recursos como en la estrategia 4 (cantidad de empleados constante), la empresa no será rentable y mucho menos productiva, de modo que ambos criterios deben ser considerados en paralelo.

Tabla 24. Selección de la estrategia óptima

Estrategias de nivel	Factores de análisis	
	Cumplimiento de demanda	Costo total del plan agregado
1. Promedio de producción constante	101,62%	S/. 701 819,00
2. Promedio de producción periódico		
2.1 Promedio de producción constante - 2 periodos	101,62%	S/. 340 423,84
2.2 Promedio de producción constante - 3 periodos	100,91%	S/. 322 262,47
2.3 Promedio de producción constante - 6 periodos	101,62%	S/. 427 527,72
2.4 Promedio de producción constante - 12 periodos	101,62%	S/. 701 819,00
3. Tiempo constante de capacidad para empleados	126,31%	S/. 1 194 686,00
4. Cantidad inicial de empleados constante	888,43%	S/. 28 035 120,00
5. Cantidad mínima de empleados constante	170,30%	S/. 2 740 486,25

Fuente: Elaboración propia

El plan agregado de producción óptimo para la empresa AgroBranggi es **promedio de producción periódica - 3 periodos**), con el que cumple el 100,91% de la demanda pronosticada a un costo mínimo de S/. 322 262,47.

4.8 Indicadores de productividad

Se requieren de ciertos indicadores que complementen la investigación, como son la eficacia y la eficiencia para el año 2016, a fin de que la organización tenga un panorama más amplio de las implicancias del plan agregado de producción que proponemos.

4.8.1 Eficacia

La eficacia es un indicador que permite saber en cuanto se ha logrado cumplir con los requerimientos de demanda de AgroBranggi en el 2016, bajo la siguiente fórmula (ver ecuación 12):

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ planificada}$$

Producción real: Se considera producción real a la producción obtenida por medio del plan agregado de producción.

Producción planificada: Se considera la producción planificada a la demanda obtenida a través del pronóstico para el año 2016.

Tabla 25. Datos para el cálculo de la eficacia

	Pronóstico el método Holt Winters (t/año)	Plan de producción (t/año)
Toneladas de producción	425,13	429,00

Fuente: Elaboración propia

Dado que la producción real obtenida del plan agregado es mayor a la producción planificada del pronóstico de la demanda, la eficacia es 100,91%, lo cual significa que cumpliremos con la demanda e incluso tendremos un margen de inventario final de reserva.

$$Eficacia = \frac{429,00}{425,13} \times 100 = 100,91\%$$

4.8.2 Eficiencia

La eficiencia es un indicador que permite saber cuan bien o mal se usan los recursos en función de los que se produce en dos tiempos: lo proyectado entre lo realmente utilizado. La fórmula se detalla a continuación (ver ecuación 11):

$$Eficiencia = \frac{Recursos\ proyectados}{Recursos\ utilizados}$$

Recursos proyectados: Consideramos dentro de los recursos proyectados, aquellos incurridos en el plan agregado de producción que se propone en la investigación.

Recursos utilizados: Consideramos dentro de los recursos utilizados a aquellos obtenidos en función de los indicadores de las distintas dimensiones evaluadas anteriormente (costo de almacenamiento, de hora hombre normal y extra y el costo de contratar y despedir, considerando la disponibilidad de horas laborables, el espacio del almacén y el índice de rotación de recursos humanos), para cumplir con la producción pronosticada para el 2016, en concordancia con la producción real para el cálculo de la eficacia.

$$Ru = C_{hr} + C_{he} + C_a + C_c + C_d \quad (13)$$

- Costo hora – hombre regular: es el producto del tiempo disponible regular (T_{dr}) para fabricación por trabajador en todo el año 2016, el costo de una hora regular (H_r) y el número de empleados (N_e).

$$C_{hr} = T_{dr} * H_r * N_e \quad (14)$$

$$C_{hr} = 2\,848 \frac{\text{horas}}{\text{trabajador}} * 4,89 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 21 \text{ empleados}$$

$$C_{hr} = 292\,461,12 \text{ soles}$$

- Costo hora – hombre extra: es el producto del tiempo disponible extra (T_{de}) para fabricación en todo el año 2016 según política de la empresa, el costo de una hora extra (H_e) y el número de empleados (N_e).

$$C_{he} = T_{de} * H_e * N_e \quad (15)$$

$$C_{he} = 120 \frac{\text{horas}}{\text{trabajador}} * 6,11 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 21 \text{ empleados}$$

$$C_{he} = 15\,397,20 \text{ soles}$$

- Costo de almacenamiento: es el producto de la producción estimada (P_e) para todo el año 2016 y el costo mensual de almacenamiento por tonelada (C_{am}).

$$C_a = P_e * C_{am} \quad (16)$$

$$C_a = 413,74 \text{ toneladas} * 1\,263,84 \frac{\text{soles}}{\text{tonelada}}$$

$$C_a = 522\,901,16 \text{ soles}$$

- Costo contratar trabajadores: es el producto de la rotación media de personal (R_{mp}), el número de periodos (N_p) y el costo de contratar a un trabajador (C_{ce}).

$$C_c = R_{mp} * N_p * C_{ce} \quad (17)$$

$$C_c = 1 \frac{\text{trabajador}}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} * 1\,050,00 \frac{\text{soles}}{\text{trabajador}}$$

$$C_c = 12\,600,00 \text{ soles}$$

- Costo despedir trabajadores: es el producto de la rotación media de personal (R_{mp}), el número de periodos (N_p) y el costo de despedir a un trabajador (C_{ce}).

$$C_d = R_{mp} * N_p * C_{de} \quad (18)$$

$$C_d = 1 \frac{\text{trabajador}}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} * 225 \frac{\text{soles}}{\text{trabajador}}$$

$$C_d = 2\,700,00 \text{ soles}$$

Finalmente con los datos obtenidos en las ecuaciones 14, 15, 16, 17 y 18 en la ecuación 13.

$$Ru = 292\,461,12 + 15\,397,20 + 522\,901,16 + 12\,600,00 + 2\,700,00$$

$$Ru = 846\,059,56 \text{ soles}$$

Al tener los recursos proyectados y los utilizados podemos hallar la eficiencia.

Tabla 26. Datos para el cálculo de la eficiencia

	Situación actual	Situación propuesta
Costo total de recurso (s/.)	848 059,56	322 262,47

Fuente: Elaboración propia

$$Eficiencia = \frac{322\ 262,47}{848\ 059,56} \times 100 = 38\%$$

Se obtuvo una eficiencia del 38%, debido a la gran diferencia de los costos utilizados con los proyectados, lo que significa que la propuesta de plan agregado de producción que esta investigación propone hace un ahorro de recursos del 62%.

4.9 Productividad

En este último apartado debemos calcular la productividad alcanzada mediante la propuesta de plan agregado, en el horizonte de la investigación (año 2016). Utilizamos para el propósito la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Producción\ esperada}{Recursos\ proyectados} \quad (19)$$

Obtuvimos la productividad en función de la producción lograda en el plan agregado y su costo total, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 27. Productividad total del periodo de estudio

Productividad total	
Situación propuesta	
Producción (t)	429,00
Costo total (s/.)	322 262,47
Productividad (t/s/.)	0,0013
Rendimiento (S/.t)	751,19

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad = \frac{429,00}{322\ 261,53} = 1,3\ kg/sol$$

$$Rendimiento = \frac{1}{0,0013\ t/sol} = 751,19\ soles\ x\ tonelada$$

La productividad y rendimiento servirán para evaluar periódicamente los planes a futuro a fin de optimizar la productividad con la mejor estrategia del plan agregado, donde se invierte alrededor de 751,19 soles por cada tonelada de maca procesa y se procesa alrededor de 0,0013 toneladas por cada sol invertido.

4.9.1 Productividades parciales

Para determinar las productividades por cada mes del año 2016, se tomó los valores obtenidos del resumen que proporciona el programa WinQSB para la estrategia considerada óptima para AgroBranggi (*ver anexo 19*), resultados que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28. Productividades parciales del plan agregado, AgroBranggi S.A.C. - 2016

Periodos	Producción propuesta (t)	Recursos proyectados (soles)	Productividad (t/soles)	Rendimiento (soles/t)
Enero	15,00	24 645,60	0,0006	1 643,04
Febrero	15,00	24 620,30	0,0006	1 641,35
Marzo	15,00	24 152,68	0,0006	1 610,18
Abril	36,00	33 871,63	0,0011	940,88
Mayo	36,00	25 467,12	0,0014	707,42
Junio	36,00	25 176,39	0,0014	699,34
Julio	69,00	23 824,08	0,0029	345,28
Agosto	69,00	24 645,60	0,0028	357,18
Setiembre	69,00	26 617,19	0,0026	385,76
Octubre	23,00	35 881,14	0,0006	1 560,03
Noviembre	23,00	23 824,08	0,0010	1 035,83
Diciembre	23,00	29 536,66	0,0008	1 284,20

Fuente: Elaboración propia

4.10 Resultados metodológicos de la investigación

Esta parte de la investigación permite el contraste de los resultados temáticos obtenidos con el uso del instrumento elaborado (encuesta).

4.10.1 Validez del instrumento

Indica si el instrumento de investigación (Cuestionario elaborado para ambas variables: Plan agregado de producción y productividad) es apropiado para la realización de la encuesta a los dueños del problema (*ver anexo 25*).

Esta validez se realizó mediante un juicio de expertos (*ver anexo 26*), donde los expertos seleccionados fueron:

Experto 1: Ing. José Augusto Arias Pittman

Experto 2: Ing. Vílchez Chumacero Ricardo

Experto 3: Ing. Joel Alexander Solís Sifuentes

Los cuales calificaron los criterios de validación como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Calificación de expertos

Expertos	Calificación de la validez	Calificación (%)	Validez general
Ing. José Augusto Arias Pittman	13	81,3	
Ing. Vílchez Chumacero Ricardo	14	87,5	79,2
Ing. Joel Alexander Solís Sifuentes	11	68,8	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior se obtuvo una validez general del 79,2%; y según la escala de validez se encuentra en un indicador de muy válido, según el siguiente cuadro de indicadores de validez del instrumento.

Escala de validez

Escala	Indicador
0,00 – 0,53	Validez nula
0,54 – 0,64	Validez baja
0,65 – 0,69	Válida
0,70 – 0,80	Muy válida
0,81 – 0,94	Excelente validez
0,95 – 1,00	Validez perfecta

Fuente: Herrera, 1998

4.10.2 Confiabilidad del instrumento

El análisis de fiabilidad fue realizado en el programa estadístico SPSS Statistics 21.0 al instrumento aplicado a los dueños del problema, siendo un total de 26 personas.

Tabla 30. Alpha de Cronbach del instrumento de investigación

Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basada en los elementos tipificados	N° de elementos
0,879	0,856	30

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo una fiabilidad de 0,879; este instrumento estuvo conformado por 30 ítems, distribuidos en 5 dimensiones para la variable independiente (Pronóstico de la demanda, capacidad de planta, fuerza de trabajo, inventarios y estrategias de nivel) y una dimensión general para la variable dependiente (Productividad).

Con el valor obtenido, se concluye que el instrumento tiene una excelente confiabilidad según la escala de Herrera (1998). Como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Escala de confiabilidad	
Escala	Indicador
0,00 – 0,53	Confiabilidad nula
0,54 – 0,64	Confiabilidad baja
0,65 – 0,69	Confiable
0,70 – 0,80	Muy confiable
0,81 – 0,94	Excelente confiabilidad
0,95 – 1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera, 1998

4.10.3 Modelamiento de la investigación

Este modelamiento requiere de datos cuantitativos, los cuales han sido obtenidos a partir de los resultados temáticos sobre el plan agregado de producción y sus respectivas dimensiones (pronóstico de la demanda, capacidad de planta, fuerza de trabajo, inventarios y estrategias de nivel); como también resultados de productividad.

Respecto al pronóstico de la demanda se consideró la cantidad de toneladas proyectadas para el año 2016; para la capacidad de planta se consideró las horas necesarias para producir, según la capacidad de 33,09 horas/toneladas, la demanda pronosticada en cada mes; para la fuerza de trabajo se consideró el costo realizado para cada mes de acuerdo a la planeación agregada, para los inventarios se consideró el costo de mantener inventarios por cada mes obtenido de la planeación agregada y el costo total para cada mes del año 2016 de la estrategia del nivel seleccionada para el plan agregado de producción. La productividad se muestra por cada mes del periodo analizado.

Tabla 31. Información para el modelamiento de la investigación

Meses	Variable Independiente (X)					Variable Dependiente (Y)
	Dimensión D ₁	Dimensión D ₂	Dimensión D ₃	Dimensión D ₄	Dimensión D ₅	
	Pronóstico de la demanda (toneladas)	Capacidad de Planta (horas)	Fuerza de trabajo (horas.)	Inventarios (S/)	Estrategias de nivel (S/.)	
Enero	16,26	257,40	237,45	0	24 645,60	0,0006
Febrero	13,11	207,53	237,45	796,22	24 620,30	0,0006
Marzo	15,37	243,31	237,45	328,6	24 152,68	0,0006
Abril	28,96	458,44	569,88	9 226,03	33 871,63	0,0011
Mayo	64,11	1 014,86	569,88	0	25 467,12	0,0014
Junio	14,12	223,52	569,88	1 352,31	25 176,39	0,0014
Julio	85,23	1 349,19	1 092,27	0	23 824,08	0,0029
Agosto	85,75	1 357,42	1 092,27	0	24 645,60	0,0028
Setiembre	35,53	562,44	1 092,27	1 971,59	26 617,19	0,0026
Octubre	15,67	248,06	364,09	11 235,54	35 881,14	0,0006
Noviembre	35,32	559,12	364,09	0	23 824,08	0,0010
Diciembre	15,70	248,53	364,09	4 891,06	29 536,66	0,0008

Fuente: Elaboración propia

➤ Modelamiento general

En la determinación para el modelamiento de la investigación se utilizó el programa XLStat – Pro Versión 7.5.2. permitiendo calcular el coeficiente de correlación que se muestra en la tabla 32, de la relación de la variable independiente (X) plan agregado de producción (constituida por el pronóstico de la demanda, capacidad de planta, fuerza de trabajo, inventarios y estrategias de nivel) con la variable dependiente (Y) productividad.

Tabla 32. Coeficientes de correlación de la investigación

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,9989
R ² (coeficiente de determinación)	0,9980
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,9970
MEC	0,0000

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la correlación entre las variables es $R = 99,89\%$ lo que indica que existe una correlación muy alta según la escala de correlación. Entonces se afirma que la correlación que existe entre las

variables plan agregado de producción (X) y productividad (Y), es muy alta.

Tabla 33. Escala de correlación

Escala	Indicador
0,00 – 0,19	Correlación Nula
0,20 – 0,39	Correlación Baja
0,40 – 0,69	Correlación moderada
0,70 – 0,89	Correlación alta
0,90 – 0,99	Correlación muy alta
1,00	Correlación grande y perfecta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Coeficientes del modelo de investigación general

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,002	0,001	2,713	0,030	0,000	0,004
Pronóstico de la demanda	0,000	0,000	2,468	0,043	0,000	0,000
Capacidad de planta	0,000	0,000				
Inventarios	0,000	0,000	1,736	0,126	0,000	0,000
Fuerza de trabajo	0,000	0,000	31,555	< 0,0001	0,000	0,000
Estrategias de Nivel	0,000	0,000	-2,683	0,031	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo de investigación es (*ver anexo 28*):

$$\begin{aligned} \text{Productividad} = & 2,12 * 10^{-3} + 2,54 * 10^{-6} (\text{Pronóstico de la demanda}) \\ & + 6,01 * 10^{-8} (\text{Inventarios}) + 2,38 \\ & * 10^{-6} (\text{Fuerza de trabajo}) - 8,71 \\ & * 10^{-8} (\text{Estrategias de nivel}) \end{aligned}$$

➤ Modelamientos parciales

El cálculo de los modelamientos parciales es con la finalidad de dar respuesta a los problemas y objetivos específicos de la investigación presente, dependiendo de las dimensiones se obtendrán el número de modelamientos matemáticos.

Pronóstico de la demanda (X₁) – Productividad (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables, pronóstico de la demanda (X₁) y productividad (Y) a fin

de responder el problema específico 1 y el objetivo específico 1 planteado en la investigación.

Tabla 35. Coeficientes de correlación (X₁ - Y)

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,8235
R ² (coeficiente de determinación)	0,678
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,646
MEC	0,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el modelo tiene un R= 82,35%, significa que tiene una correlación alta según la escala de la tabla 33. Lo cual indica que la correlación entre la dimensión pronóstico de la demanda (X₁) y la variable productividad (Y) es alta.

Tabla 36. Coeficientes del modelo (X₁ - Y)

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,000	0,000	1,666	0,127	0,000	0,001
Pronóstico de la demanda	0,000	0,000	4,591	0,001	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo es:

$$\text{Productividad} = 4,26 * 10^{-4} + 2,66 * 10^{-5} (\text{Pronóstico de la demanda})$$

Capacidad de planta (X₂) – Productividad (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables, capacidad de planta (X₂) y productividad (Y) a fin de responder el problema específico 2 y el objetivo específico 2 planteado en la investigación.

Tabla 37. Coeficientes de correlación (X₂ - Y)

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,8235
R ² (coeficiente de determinación)	0,678
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,646
MEC	0,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el modelo tiene un $R= 82,35\%$, significa que tiene una correlación alta según la escala de la tabla 33. Lo cual indica que la correlación entre la dimensión capacidad de planta (X_2) y la variable productividad (Y) es alta.

Tabla 38. Coeficientes del modelo ($X_2 - Y$)

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,000	0,000	1,666	0,127	0,000	0,001
Capacidad de planta	0,000	0,000	4,591	0,001	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo es:

$$\text{Productividad} = 4,26 * 10^{-4} + 1,67 * 10^{-6} (\text{Capacidad de planta})$$

Fuerza de trabajo (X_3) – Productividad (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables, fuerza de trabajo (X_3) y productividad (Y) a fin de responder el problema específico 3 y el objetivo específico 3 planteado en la investigación.

Tabla 39. Coeficientes de correlación ($X_3 - Y$)

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,9860
R^2 (coeficiente de determinación)	0,972
$R^2_{aj.}$ (coeficiente de determinación ajustado)	0,969
MEC	0,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el modelo tiene un $R= 98,60\%$, significa que tiene una correlación muy alta según la escala de la tabla 33. Lo cual indica que la correlación entre la dimensión Fuerza de trabajo (X_3) y la variable productividad (Y) es muy alta.

Tabla 40. Coeficientes del modelo ($X_3 - Y$)

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,000	0,000	-1,009	0,337	0,000	0,000
Fuerza de trabajo	0,000	0,000	18,706	< 0,0001	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo es:

$$\text{Productividad} = -9,08 * 10^{-5} + 2,57 * 10^{-6} (\text{Fuerza de trabajo})$$

Inventarios (X₄) – Productividad (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables, inventarios (X₄) y productividad (Y) a fin de responder el problema específico 4 y el objetivo específico 4 planteado en la investigación.

Tabla 41. Coeficientes de correlación (X₄ - Y)

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,3194
R ² (coeficiente de determinación)	0,102
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,012
MEC	0,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el modelo tiene un R= 31,94%, significa que tiene una correlación baja según la escala de la tabla 33. Lo cual indica que la correlación entre la dimensión inventarios (X₄) y la variable productividad (Y) es baja.

Tabla 42. Coeficientes del modelo (X₄ - Y)

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,002	0,000	5,049	0,001	0,001	0,002
Inventarios	0,000	0,000	-1,066	0,311	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo es:

$$\text{Productividad} = 1,55 * 10^{-3} - 7,29 * 10^{-8} (\text{Inventarios})$$

Estrategia de nivel (X₅) – Productividad (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables, estrategias de nivel (X₅) y productividad (Y) a fin de responder el problema específico 5 y el objetivo específico 5 planteado en la investigación.

Tabla 43. Coeficientes de correlación (X₅ - Y)

Coeficientes	Valor
R (coeficiente de correlación)	0,2982
R ² (coeficiente de determinación)	0,089
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	-0,002
MEC	0,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el modelo tiene un R= 29,82%, significa que tiene una correlación baja según la escala de la tabla 33. Lo cual indica que la correlación entre la dimensión estrategias de nivel (X₅) y la variable productividad (Y) es baja.

Tabla 44. Coeficientes del modelo (X₅ - Y)

Parámetro	Valor	Desviación típica	t de Student	Pr > t	Límite inferior 95 %	Límite superior 95 %
Intersección	0,003	0,002	1,743	0,112	-0,001	0,007
Estrategias de nivel	0,000	0,000	-0,988	0,346	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo es:

$$\text{Productividad} = 3,12 * 10^{-3} - 6,51 * 10^{-8} (\text{Estrategias de nivel})$$

4.10.4 Contrastación de las hipótesis de la investigación

A. Prueba de hipótesis con el test r de Pearson (Cuantitativo)

Para la contratación de hipótesis utilizamos los valores cuantitativos del plan agregado de producción y la productividad (Ver tabla 38), a fin de responder las hipótesis planteadas en la matriz de consistencia.

➤ Contrastación de la hipótesis general

Plan agregado de producción (X) – Productividad (Y)

a) Formulación de hipótesis

H₀: El plan agregado de producción no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha=5\%$$

c) Estadístico de prueba: r de Pearson

$$r \text{ crítico } (gl, \alpha)$$

d) Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la **H₀** si:

$$r \text{ crítico } (+) < r \text{ calculad}$$

$$r \text{ crítico } (-) > r \text{ calculad}$$

Si se rechaza **H₀** la de independencia; entonces las dos variables son dependientes, es decir **existe relación** entre ambas variables.

e) Grados de libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la ecuación 20.

$$gl = n - 2 \tag{20}$$

Donde:

gl: Grados de libertad

n: número de periodos analizados

Por lo tanto:

$$gl = (12 - 2) = 10$$

f) Valor crítico para el estadístico de prueba (Ver anexo 36)

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

g) Valor calculado para el estadístico de prueba (Ver anexo 29)

El estadístico de prueba r de Pearson se calcula de la siguiente manera:

$$r \text{ calculado} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \tag{21}$$

Donde:

r: Estadístico de prueba r de Pearson

n: Número de periodos analizados

x: Valores cuantitativos de la variable en análisis

y: Valores cuantitativos de la variable en análisis

Por lo tanto:

Tabla 45. Datos referentes que serán utilizados en la fórmula de Pearson

Mes	Plan agregado de producción (kg)	Productividad (kg/sol)	XY	X ²	Y ²
Enero	15 000	0,6	9 129,42	225 000 000	0,37
Febrero	15 000	0,6	9 138,80	225 000 000	0,37
Marzo	15 000	0,6	9 315,74	225 000 000	0,39
Abril	36 000	1,1	38 262,11	1 296 000 000	1,13
Mayo	36 000	1,4	50 889,15	1 296 000 000	2,00
Junio	36 000	1,4	51 476,80	1 296 000 000	2,04
Julio	69 000	2,9	199 839,83	4 761 000 000	8,39
Agosto	69 000	2,8	193 178,50	4 761 000 000	7,84
Septiembre	69 000	2,6	178 869,37	4 761 000 000	6,72
Octubre	23 000	0,6	14 743,12	529 000 000	0,41
Noviembre	23 000	1,0	22 204,43	529 000 000	0,93
Diciembre	23 000	0,8	17 909,95	529 000 000	0,61
Total	429 000	16,42	794 957,20	2 0433 000 000,00	31,20

Fuente: Elaboración propia

$$r \text{ calculado} = \frac{12(794957,20) - (429000)(16,42)}{\sqrt{[12(20433000000) - (429000)^2][12(31,20)^2 - (16,42)^2]}}$$

$$r = 0,987$$

h) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($0,987 > 0,576$) y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, que el plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

➤ **Contrastación de las hipótesis específicas**

En este apartado se desarrolló la contrastación de las hipótesis específicas, utilizando los valores cuantitativos de cada una de las dimensiones del plan agregado de producción (pronóstico de la demanda, capacidad de planta, fuerza de trabajo, almacenamiento y estrategias de nivel) y las productividades parciales.

Pronóstico de la demanda (X₁) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: El pronóstico de la demanda no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: El pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

c) Valor calculado para el estadístico de prueba

El valor de r de Pearson ha sido calculado mediante el software SPSS Statistics 21.

Tabla 46. r de Pearson (pronóstico de la demanda - productividad)

		Productividad	Pronostico de la demanda
Productividad	Correlación de Pearson	1	0,825**
	Sig. (bilateral)		0,001
	N	12	12
Pronostico de la demanda	Correlación de Pearson	0,825**	1
	Sig. (bilateral)	0,001	
	N	12	12

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

d) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($0,825 > 0,576$) y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la

H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, que el pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Capacidad de planta (X₂) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: La capacidad de planta no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: La capacidad de planta se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

c) Valor calculado para el estadístico de prueba

El valor de r de Pearson ha sido calculado mediante el software SPSS Statistics 21.

Tabla 47. r de Pearson (capacidad de planta - productividad)

		Productividad	Capacidad de planta
Productividad	Correlación de Pearson	1	0,825**
	Sig. (bilateral)		0,001
	N	12	12
Capacidad de planta	Correlación de Pearson	0,825**	1
	Sig. (bilateral)	0,001	
	N	12	12

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

d) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($0,825 > 0,576$) y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, que la capacidad de planta se relaciona significativamente con la productividad en la

elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Fuerza de trabajo (X₂) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: La fuerza de trabajo no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: La fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

c) Valor calculado para el estadístico de prueba

El valor de r de Pearson ha sido calculado mediante el software SPSS Statistics 21.

Tabla 48. r de Pearson (fuerza de trabajo - productividad)

		Productividad	Fuerza de trabajo
Productividad	Correlación de Pearson	1	0,987**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	12	12
Fuerza de trabajo	Correlación de Pearson	0,987**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

d) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($0,987 > 0,576$) y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, que la fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Inventarios (X₂) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: Los inventarios no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: Los inventarios se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

c) Valor calculado para el estadístico de prueba

El valor de r de Pearson ha sido calculado mediante el software SPSS Statistics 21.

Tabla 49. r de Pearson (almacenamiento - productividad)

		Productividad	Inventarios
Productividad	Correlación de Pearson	1	-0,318
	Sig. (bilateral)		0,313
	N	12	12
Inventarios	Correlación de Pearson	-0,318	1
	Sig. (bilateral)	0,313	
	N	12	12

Fuente: Elaboración propia

d) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($-0,318 > -0,576$) y cae en la región de aceptación, entonces aceptamos la H₀ y rechazamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, que los inventarios no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Estrategias de nivel (X₂) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: Las estrategias de nivel no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: Las estrategias de nivel se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$r \text{ crítico } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,576$$

c) Valor calculado para el estadístico de prueba

El valor de r de Pearson ha sido calculado mediante el software SPSS Statistics 21.

Tabla 50. r de Pearson (estrategias de nivel - productividad)

		Productividad	Estrategias de nivel
Productividad	Correlación de Pearson	1	-0,297
	Sig. (bilateral)		0,348
	N	12	12
Estrategias de nivel	Correlación de Pearson	-0,297	1
	Sig. (bilateral)	0,348	
	N	12	12

Fuente: Elaboración propia

d) Toma de decisión

Como el estadístico r calculado es mayor a r crítico ($-0,297 > -0,576$) y cae en la región de aceptación, entonces aceptamos la H₀ y rechazamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, que las estrategias de nivel no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

B. Prueba de hipótesis con el test Chi cuadrado (X^2) (Cualitativo)

➤ **Contrastación de la hipótesis general**

a) Formulación de hipótesis

H₀: El plan agregado de producción no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha=5\%$$

c) Estadístico de prueba: distribución Chi cuadrado

$$X^2_{crítica} (gl, \alpha)$$

d) Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la **H₀** si: $X^2_{crítica} < X^2_{calculado}$

Si se rechaza la **H₀** de independencia; entonces las 2 variables son dependientes, es decir **existe relación** entre ambas.

e) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

La tabla 51; consolida las respuestas del instrumento de la investigación en valor cuantitativo según la escala de Likert que corresponden las variables plan agregado de producción (X) y productividad (Y), asimismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la ecuación 22.

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} \quad (22)$$

Donde:

f_e : Frecuencia esperada

f_r : Frecuencia total de una fila

f_k : Frecuencia total de una columna

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la fila 1, columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{7 * 5}{26} = 1,3$$

Tabla 51. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X - Y)

			Productividad			Total
			En desacuerdo	No sé	De acuerdo	
Plan Agregado de Producción	En desacuerdo	Recuento	4	1	0	5
		Frecuencia esperada	1,3	2,9	0,8	5,0
	No sé	Recuento	3	12	4	19
		Frecuencia esperada	5,1	11,0	2,9	19,0
	De acuerdo	Recuento	0	2	0	2
		Frecuencia esperada	0,5	1,2	0,3	2,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Fuente: Elaboración propia

f) Grados de libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la ecuación 23.

$$gl = (r - 1)(k - 1) \quad (23)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

r: Número de filas

k: Número de columnas

Por lo tanto:

$$gl = (3 - 1)(3 - 1) = 4$$

g) Valor crítico para el estadístico de prueba (ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 4; \alpha = 0,05) = 9,49$$

h) Valor calculado para el estadístico de prueba (ver anexo 35)

El estadístico de prueba chi cuadrada, se calcula con la ecuación 24.

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (24)$$

Donde:

X^2 : Estadístico de prueba chi cuadrado

f_o : Frecuencia observada

f_e : Frecuencia esperada

Por lo tanto:

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} = \frac{(4 - 1,3)^2}{1,3} + \frac{(3 - 5,1)^2}{5,1} + \dots + \frac{(4 - 2,9)^2}{2,9} + \frac{(0 - 0,3)^2}{0,3}$$

$$X^2 = 10,06$$

i) Toma de decisión

Como X^2 calculado es mayor a X^2 crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α ($0,00 < 0,05$) confirma la decisión de rechazar la hipótesis nula H_0 , es decir, que el plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

➤ Contrastación de las hipótesis específicas

En este apartado se desarrolló la contrastación de hipótesis específicas, mediante la lógica de solución de la prueba de independencia chi cuadrada de la hipótesis general y utilizando los valores cuantitativos del instrumento documental (plan agregado de producción y productividad) en las categorías comprendidas dentro de la escala de Likert.

Pronóstico de la demanda (X_1) – Productividad (Y)

e) Formulación de las hipótesis

H_0 : El pronóstico de la demanda no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: El pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

f) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

Muestra los resultados de las encuestas realizadas, en este caso para la dimensión pronóstico de la demanda (X₁).

Tabla 52. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X₁ - Y)

		Productividad			Total	
		En desacuerdo	No sé	De acuerdo		
Pronóstico de la demanda	En desacuerdo	Recuento	4	1	0	5
		Frecuencia esperada	1,3	2,9	0,8	5,0
	No sé	Recuento	3	14	4	21
		Frecuencia esperada	5,7	12,1	3,2	21,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Fuente: Elaboración propia

g) Valor crítico para el estadístico de prueba (ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 2; \alpha = 0,05) = 5,99$$

h) Valor X² calculado

El valor de X² ha sido calculado mediante la prueba chi cuadrada en el software SPSS Statistics 21.

Tabla 53. Ji Chi Cuadrado (Pronóstico de la demanda - Productividad)

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,954 ^a	2	0,011
Razón de verosimilitudes	8,548	2	0,014
Asociación lineal por lineal	6,808	1	0,009
N de casos válidos	26		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,77.

Fuente: Elaboración propia

i) Toma de decisión

Como X² calculado es mayor a X² crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α (0,00 < 0,05) confirma

la decisión de rechazar la hipótesis nula H_0 , es decir, que el pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Capacidad de planta (X_2) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H_0 : La capacidad de planta no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H_1 : La capacidad de planta se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

Muestra los resultados de las encuestas realizadas, en este caso para la dimensión capacidad de planta (X_2).

Tabla 54. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_2 - Y$)

		Productividad			Total	
		En desacuerdo	No sé	De acuerdo		
Capacidad de planta	No sé	Recuento	7	1	2	10
		Frecuencia esperada	2,7	5,8	1,5	10,0
	De acuerdo	Recuento	0	14	2	16
		Frecuencia esperada	4,3	9,2	2,5	16,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Fuente: Elaboración propia

c) Valor crítico para el estadístico de prueba (ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 2; \alpha = 0,05) = 5,99$$

d) Valor X^2 calculado

El valor de X^2 ha sido calculado mediante la prueba chi cuadrada en el software SPSS Statistics 21.

Tabla 55. Chi cuadrado (Capacidad de planta - Productividad)

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,832 ^a	2	0,000
Razón de verosimilitudes	21,753	2	0,000
Asociación lineal por lineal	5,641	1	0,018
N de casos válidos	26		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,54.

Fuente: Elaboración propia

e) Toma de decisión

Como X^2 calculado es mayor a X^2 crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α ($0,00 < 0,05$) confirma la decisión de rechazar la hipótesis nula H_0 , es decir, que la capacidad de planta se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Fuerza de trabajo (X_3) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: La fuerza de trabajo no se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: La fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

Muestra los resultados de las encuestas realizadas, en este caso para la dimensión fuerza de trabajo (X_3).

Tabla 56. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas ($X_3 - Y$)

			Productividad			Total
			En desacuerdo	No sé	De acuerdo	
Fuerza de trabajo	En desacuerdo	Recuento	4	1	0	5
		Frecuencia esperada	1,3	2,9	0,8	5,0
	No sé	Recuento	3	14	4	21
		Frecuencia esperada	5,7	12,1	3,2	21,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Fuente: Elaboración propia

c) Valor crítico para el estadístico de prueba (ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 2; \alpha = 0,05) = 5,99$$

d) Valor X^2 calculado

El valor de X^2 ha sido calculado mediante la prueba chi cuadrada en el software SPSS Statistics 21.

Tabla 57. Chi cuadrado (Fuerza de trabajo - Productividad)

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,954 ^a	2	0,011
Razón de verosimilitudes	8,548	2	0,014
Asociación lineal por lineal	6,808	1	0,009
N de casos válidos	26		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,77.

Fuente: Elaboración propia

e) Toma de decisión

Como X^2 calculado es mayor a X^2 crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α ($0,00 < 0,05$) confirma la decisión de rechazar la hipótesis nula H_0 , es decir, que la fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Inventarios (X₄) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: Los inventarios no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: Los inventarios se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extrudidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

Muestra los resultados de las encuestas realizadas, en este caso para la dimensión inventarios (X₄).

Tabla 58. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X₄ - Y)

		Productividad			Total	
		En desacuerdo	No sé	De acuerdo		
Inventarios	En desacuerdo	Recuento	4	1	1	6
		Frecuencia esperada	1,6	3,5	0,9	6,0
	No sé	Recuento	3	14	3	20
		Frecuencia esperada	5,4	11,5	3,1	20,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Fuente: Elaboración propia

c) Valor crítico para el estadístico de prueba (Ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 2; \alpha = 0,05) = 5,99$$

d) Valor X² calculado

El valor de X² ha sido calculado mediante la prueba chi cuadrada en el software SPSS Statistics 21.

Tabla 59. Chi cuadrado (Inventarios - Productividad)

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,860 ^a	2	0,032
Razón de verosimilitudes	6,683	2	0,035
Asociación lineal por lineal	2,708	1	0,100
N de casos válidos	26		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 0,92.

Fuente: Elaboración propia

e) Toma de decisión

Como X^2 calculado es mayor a X^2 crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α ($0,00 < 0,05$) confirma la decisión de rechazar la hipótesis nula H_0 , es decir, que los inventarios se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

Estrategias de nivel (X_5) – Productividad (Y)

a) Formulación de las hipótesis

H₀: Las estrategias de nivel no se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

H₁: Las estrategias de nivel se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

b) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

Muestra los resultados de las encuestas realizadas, en este caso para la dimensión las estrategias de nivel (X_5).

Tabla 60. Tabla de contingencia y frecuencias esperadas (X₅ - Y)

			Productividad			Total
			En desacuerdo	No sé	De acuerdo	
Estrategias de nivel	En desacuerdo	Recuento	1	0	3	4
		Frecuencia esperada	1,1	2,3	0,6	4,0
	No sé	Recuento	6	15	1	22
		Frecuencia esperada	5,9	12,7	3,4	22,0
Total		Recuento	7	15	4	26
		Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0

Fuente: Elaboración propia

c) Valor crítico para el estadístico de prueba (Ver anexo 37)

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 2; \alpha = 0,05) = 5,99$$

d) Valor X² calculado

El valor de X² ha sido calculado mediante la prueba chi cuadrada en el software SPSS Statistics 21.

Tabla 61. Chi cuadrado (Estrategias de nivel - Productividad)

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,654 ^a	2	0,001
Razón de verosimilitudes	12,084	2	0,002
Asociación lineal por lineal	4,201	1	0,040
N de casos válidos	26		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 0,62.

Fuente: Elaboración propia

e) Toma de decisión

Como X² calculado es mayor a X² crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; así también comparando el P_{valor} con el α (0,00 < 0,05) confirma la decisión de rechazar la hipótesis nula H₀, es decir, que las estrategias de nivel se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016.

5 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

- a) La presente investigación se realizó en base a un estudio previo de la situación actual de la empresa, para desarrollar una propuesta de plan agregado de producción con el menor costo a través de las estrategias de nivel, al optimizar el uso de sus recursos en capacidad utilizada, almacenamiento y fuerza de trabajo en la consecución de la producción requerida por la demanda y que a su vez incremente la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa AgroBranggi.

Se obtuvo como plan agregado de producción óptimo para la empresa AgroBranggi, la estrategia de producción constante periódica – 3 períodos, con un costo de S/. 322 262,47 anual para 429,00 toneladas, el cual genera una productividad de 1,3 kg por cada S/. 1,00 invertido y una rentabilidad de S/. 751,19 soles de inversión por cada tonelada de producción.

Cusco (2013), señala en su investigación que “la propuesta de un sistema de planeación y control de la producción para la empresa de calzado exclusivo MACH permitirá la mejora de todo su sistema productivo. Con el sistema se sabrá la capacidad de la planta en cuanto a producción diaria, despachos, etc. Por lo que se aceptarán los pedidos con los que se pueda comprometer y se darán fechas de entrega muy aproximadas a la realidad”; en nuestro estudio concordamos con esta interpretación, puesto que el plan agregado de producción permitió tener un conocimiento exacto de la capacidad utilizada en AgroBranggi, lo cual fue base para la planificación, resultados que se verán expresados en la confiabilidad y precisión de respuesta a sus clientes, como parte de la mejora de su sistema productivo. Así también Fernández (2009), manifestó que “el resultado de este proyecto de grado es un modelo de planificación de la producción para la productora de alimentos universitaria Lácteos Santa Rosa, cuyo modelo proporciona a la empresa información sobre las cantidades de cada producto a producir diariamente, respetando las restricciones de demanda, de disponibilidad

de insumos y de la capacidad de almacén”. En nuestra investigación proporcionamos una estrategia que contempla la demanda mensual, más no la diaria, sin embargo se realiza una desagregación de la demanda obtenida en familias para cada producto; así mismo concordamos en utilizar la capacidad de almacén para la estrategia propuesta, lo cual obtuvimos a través del TUA (tamaño único de almacenamiento); en contraste con el autor mencionado, nuestra propuesta no considera la disponibilidad de insumos, más si los costos incurridos en el recurso humano.

- b)** La meta a cubrir de todo plan agregado de producción se basa en el pronóstico de la demanda; sin embargo, para ello se debe tener claro la data histórica de las familias de productos que sean representativas para la empresa; en el caso de AgroBranggi se procesó la data de producción del año 2015. Las familias fueron obtenidas por un análisis de Pareto en función de sus ingresos por ventas, las cuales sirvieron de base para aplicar el método multiplicativo de Holt Winters, para el pronóstico de la demanda, obteniéndose 425,13 toneladas para el año 2016. Cabe mencionar que el comportamiento de los datos históricos recolectados del año 2015 presenta un comportamiento de cambios rápidos, en algunos meses cíclicos con valores muy altos que descienden y vuelven a ascender; por esta razón se obtuvo un modelo con un error porcentual absoluto (MAPE) del 4,65% y una desviación absoluta de la media (MAD) de 1,33 toneladas.

Resultados similares fueron obtenidos por Meneses (2009) quien manifiesta que “para realizar la planificación táctica y operativa del área de ensobrado de Urbano Express es necesario realizar pronósticos de la demanda futura de los productos más representativos de la empresa, los cuales requieren el uso de herramientas estadísticas como el análisis de Pareto, aplicado a las cantidades totales de producción anual de los productos que realiza la empresa”. Coincidimos con este autor en la necesidad de utilizar pronósticos de la demanda para la planificación, sin embargo, nosotros consideramos para el análisis de Pareto los ingresos por ventas más no la producción, debido a que los productos

más vendidos no necesariamente representan los mayores ingresos para la empresa. Molina (2013) menciona que “el cálculo del pronóstico de la demanda, se realiza con la ayuda de los históricos de producción; dicho cálculo marca un error promedio del 29%, y esto por el motivo de que se toman años de producción variables, ya que en el 2011 la producción es idéntica para los cuatro procesos, mientras que en el 2012 sucede todo lo contrario, sin embargo el pronóstico calculado cumple con unos valores aceptables, donde se puede notar las altas y bajas que tiene la producción en el año, las cuales sirven para conocer las épocas del año en que se tiene que estar preparado para afrontar pedidos intempestivos o una gran demanda de productos”. Nuestro estudio coincide en presentar un pronóstico con valores aceptables acordes a los datos históricos tomados.

- c) La capacidad de planta utilizada es el limitante de producción para la empresa AgroBranggi y fue obtenido a través de un estudio de tiempos realizado a cada una de las dos familias en estudio, dándonos un promedio de 15,83 horas requeridas por cada tonelada de producto que ingresa a la empresa para ser procesado.

Análisis similares aplicaron Meneses (2009), quien menciona que “el estudio de tiempos resultó en la determinación de los tiempos estándar de las 32 operaciones que se realizan en la producción de los productos críticos seleccionados, información bastante útil al momento de establecer los requerimientos de capacidad laboral y para la planificación de la producción”; de la misma manera Molina (2013) señala que “la medición de los tiempos de cada una de las operaciones y de la capacidad de la planta, pretende mejorar cada una de las operaciones de producción, para aprovechar al máximo todos los productos que la empresa pueda generar en un mes y planificar bien la producción generando más utilidades, incrementando el número de clientes y eliminando los retrasos de entrega de productos”

- d) Un recurso importante de manejar en la empresa, es la fuerza de trabajo, debido a que en ellos se incurre en costos por jornadas laborales, expresadas en horas normales de trabajo y en horas extras y en caso de contratar y despedir hay inmersos otros costos, que por ley se deben tomar en cuenta pues son asumidos por la empresa y forman parte de la planificación de la producción. Sin embargo, AgroBranggi no maneja una política de despidos con su personal, por ende, no han sido consideradas en la elección de la estrategia óptima para el plan agregado de producción.

Los datos requeridos para este apartado fueron dados por la empresa, con ellos se pudo determinar el costo de hora normal a S/. 4,89 por trabajador, el costo de hora extra 0.25% sobre el costo de hora normal, a S/. 6,11. En cuanto a los costos de contratar, estos ascienden a S/.1050,00 y los costos de despedir a S/. 225,00 por trabajador; datos que el software solicita para el procesamiento de las estrategias y debieron ser calculadas.

Procedimientos parecidos realizaron Molina (2013) al mencionar que “los datos encontrados de cada uno de los costos de: contratar, despedir y sueldo básico de un trabajador para este proyecto de investigación, con la ayuda del código del trabajo actual para el año 2013, muestran un adecuado rol de pago y la manera de calcularlo según lo demanda la ley; además es de gran ayuda para la construcción de cada uno de los planes de producción tanto para el modelo tradicional como también para el modelo realizado con programación lineal”; y Hernández & Muñoz (2004) señalan que “en la planeación de la fuerza laboral muchas veces se piensa intentar optimizar la línea incrementando o reduciendo operarios para la ejecución de una tarea. La labor como ingenieros industriales no es tan solo optimizar la línea para lograr la meta de cualquier empresa, sino que se debe explorar más a fondo las consecuencias que una decisión de estas traería”.

- e) Los inventarios es el segundo recurso que implica costos para la empresa, por ende se debe cuidar que estos sean los menores y a su vez reflejen la realidad; por ello en la investigación se obtuvo el costo de

mantener una tonelada en inventario, dado que la tonelada es la unidad de medida en que se basa el estudio, el cual fue obtenido en función del TUA (tamaño único de almacenamiento), para el caso de AgroBranggi representa las dimensiones de almacenamiento de un pallet y en el costo de inventario, que se obtiene del costo de almacenar, del costo operativo y del costo de máquinas y equipos; consiguiendo finalmente el costo por tonelada almacenada que corresponde a S/.1263,84.

Resultados similares obtuvieron López & Solís (2014) quienes señalan que “cuando se determinó los índices de Inventario en la tabla 13 (costo de espacio de almacenamiento) el importe total es la suma de los costos de terreno y edificación para lo cual el importe anual debería evaluarse económicamente a una tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) para hallar las anualidades, pero debido a la limitación de información financiera se calculó las anualidades en base a el periodo de evaluación de 10 años. En la tabla 16, el costo de mantener de inventario de 1,23 soles-mes/caja puede variar de acuerdo incrementa o disminuyan el personal y las máquinas y equipos del almacén”.

- f) Las estrategias de nivel son pruebas bajo distintas restricciones, de planes agregados de producción que contemplan mantener la producción de acuerdo a la demanda, de acuerdo a la capacidad de la empresa o el uso de estrategias mixtas que se puede combinar en función de la conveniencia de la empresa. Para el caso de la presente investigación, se utilizaron 5 estrategias distintas de las que ofrece el programa WinQSB, de ellas la estrategia óptima fue escogida considerando el menor costo y el mayor cumplimiento de la demanda, siendo la producción contante periódica – 3 períodos la estrategia que alcanza el 100,91% del cumplimiento de la demanda con 429 toneladas al menor costo de S/. 322 262,47.

Resultados similares obtuvo Molina (2013) quien manifiesta que “los cálculos de cada uno de los diferentes modelos de planes de producción, con el método tradicional y con de programación lineal, permiten conocer cada una de las alternativas que la empresa puede utilizar para cumplir con determinada producción, en donde se puede comprobar la

efectividad que tiene el emplear el modelo de programación lineal, el cual es una técnica sistemática e innovadora que mezcla cada una de las variables que intervienen en la producción, ya que optimiza a detalle cada 170 uno de los recursos que utiliza la empresa para elaborar un producto, para con esto reducir los costos que se tiene por cumplir con la producción, la cual arroja un precio de \$ 218.406,21 , siendo el valor más económico”.

5.2 Conclusiones

- a) Se midió la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 99,89 \%$, lo que implica que existe una correlación muy alta. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, el cual acepta la hipótesis alternativa (H1) significando que existe una relación significativa entre el plan agregado de producción y la productividad; de la misma manera se corroboró la relación mediante el Test Chi cuadrado, aceptando la hipótesis alternativa (H1). También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

Productividad

$$\begin{aligned} &= 2,12 * 10^{-3} + 2,54 * 10^{-6} (\text{Pronóstico de la demanda}) + 6,01 \\ &* 10^{-8} (\text{Inventarios}) + 2,38 * 10^{-6} (\text{Fuerza de trabajo}) - 8,71 \\ &* 10^{-6} (\text{Estrategias de nivel}) \end{aligned}$$

- b) Se sustentó la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 82,35 \%$, lo que implica que existe una correlación alta. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, que acepta la hipótesis alternativa (H1) significando la existencia de una relación significativa entre el pronóstico de la

demanda y la productividad; de la misma manera se corroboró la relación mediante el Test Chi cuadrado, aceptando la hipótesis alternativa (H1). También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = 4,26 * 10^{-4} + 2,66 * 10^{-5} \text{ (Pronóstico de la demanda)}$$

- c) Se fundamentó la relación que se da entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 82,35 \%$, lo que implica que existe una correlación alta. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, el cual acepta la hipótesis alternativa (H1) significando que existe una relación significativa entre la capacidad de planta y la productividad; de la misma manera se corroboró la relación mediante el Test Chi cuadrado, aceptando la hipótesis alternativa (H1). También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = 4,26 * 10^{-4} + 1,67 * 10^{-6} \text{ (Capacidad de planta)}$$

- d) Se explicó la relación entre la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 98,60 \%$, lo que implica que existe una correlación muy alta. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, el cual acepta la hipótesis alternativa (H1) significando que existe una relación significativa entre la fuerza de trabajo y la productividad; así mismo, el Test Chi cuadrado acepta la hipótesis alternativa (H1), que indica la relación significativa entre las variables. También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = -9,08 * 10^{-5} + 2,57 * 10^{-6} \text{ (Fuerza de trabajo)}$$

- e) Se probó la relación entre los inventarios y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 31,94\%$, lo que implica que existe una correlación baja. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, el cual rechaza la hipótesis alternativa (H1) significando que no existe una relación significativa entre los inventarios y la productividad; en contraste, el Test Chi cuadrado, acepta la hipótesis alternativa (H1), que indica que existe relación significativa entre las variables. También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = 1,55 * 10^{-3} - 7,29 * 10^{-8} (\text{Inventarios})$$

- f) Se probó la relación entre las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. – Lima, 2016. Mediante el análisis de correlación de variables, el cual obtuvo un valor de $R = 29,82\%$, lo que implica que existe una correlación baja. Este resultado se corroboró mediante el test r de Pearson, el cual rechaza la hipótesis alternativa (H1) significando que no existe una relación significativa entre las estrategias de nivel y la productividad; en contraste, el Test Chi cuadrado acepta la hipótesis alternativa (H1), que indica que existe relación significativa entre las variables. También se obtuvo el modelo de la investigación que relaciona ambas variables de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = 3,12 * 10^{-3} - 6,51 * 10^{-8} (\text{Estrategias de nivel})$$

5.3 Recomendaciones

- a) Se recomienda aplicar el plan agregado de producción para el año 2016, produciendo de acuerdo a la estrategia de nivel escogida, este permitirá cumplir con la demanda del periodo en estudio al menor costo posible, éstos son asociados principalmente a la fuerza de trabajo y el almacenamiento. Por otra parte, es aconsejable que la empresa

establezca un plan estratégico y relacione el plan agregado a las metas establecidas en ella; de dicha forma la empresa se planteará objetivos concretos de crecimiento y podrá materializarlos con la ayuda de su planificación táctica, en la que se encuentra el plan agregado.

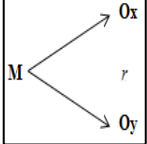
- b) Para tener una mayor precisión en el pronóstico de la demanda y disminuir el error promedio, se recomienda utilizar otros softwares más avanzadas como el FORESCAT PRO, el cual es un sistema experto en el análisis de datos históricos; considerando la relevancia de los pronósticos para establecer la planeación, podría considerarse la inversión a futuro.
- c) La capacidad de planta es un factor determinante para el cumplimiento de la demanda, se recomienda hacer un análisis detallado del diagrama de operaciones del proceso (DOP), diagrama de análisis del proceso (DAP) Y diagrama de recorrido (DR), esto permitirá encontrar actividades que no generan valor o aquellas que no se realizan de la manera correcta y con su eliminación mejorar el porcentaje de eficiencia.
- d) La mejora en la contribución de la mano de obra a la productividad es resultado de contar con una fuerza de trabajo más saludable, mejor educada y motivada, por tanto, se recomienda a la empresa implementar el sistema integral de seguridad y salud ocupacional en la empresa Agrobranggi S.A.C.
- e) Los inventarios de productos terminados permitirían a la empresa AgroBranggi S.A.C. no tener rupturas con el cumplimiento de la demanda, sin embargo, se le considera como un sobre costo innecesario ya que no genera valor agregado al procesamiento de productos deshidratados, extruidos y molidos, por lo cual se recomienda solo producir de acuerdo a la demanda pronosticada, esto permitirá reducir costos y en consecuencia se obtendrán mejores niveles de productividad.
- f) En la presente investigación solo se analizó 5 de las 10 estrategias de nivel proporcionadas por el software WinQSB versión 2.0, se recomienda considerar las otras 5 estrategias de nivel con el objetivo de poder analizar todas las alternativas de solución y de esta manera tomar la decisión correcta.

6 FUENTES DE INFORMACIÓN

- Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia. (2008). *Distribución en Planta*. Valencia.
- Chase, R., Jacobs, E., & Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones, Producción y Cadenas de suministros*. México D.F. : Mc Graw Hill.
- Córdova, I. (2012). *El Proyecto de investigación cuantitativa* (primera ed.). Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Córdova, I. (2014). *El informe de investigación cuantitativa* (Primera ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo* (Segunda ed.). México: Mc Graw Hill.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometría*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la calidad y seis sigma*. Guanajuato, México: Mc Graw Hill.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (séptima ed.). México: Pearson Educación.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Oficina Internacional del Trabajo. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: George Kanawaty.
- Soret, I. (2010). *Logística y operaciones en la empresa*. Madrid, España: Esic Editorial.
- Uculmana, C., & Lanchipa, A. (2002). *Como hacer trabajos de investigacion* (Segunda ed.). Lima, Perú.
- Valderrama, S., & León, L. (2009). *Técnicas e instrumentos para la obtención de datos en la investigación científicas*. Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Vollman, T., Whybark, D., Berry, W., & Jacobs, F. (2005). *Planeación y control de la producción*. México D.F. : McGraw-Hill.

ANEXOS

▪ ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Plan agregado de producción y productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general			
¿En qué medida se relaciona el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Medir la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	<i>X: Variable Independiente</i>	X1.1: Modelo Matemático X2.1: Tiempo estándar X2.2: Días laborables	DISEÑO: El diseño de la investigación es no experimental en su variante descriptivo correlacional.  Dónde: M: Muestra Ox: Observación de la V. I. Oy: Observación de la V. D. r: coeficiente de correlación. TIPO: La presente investigación según su finalidad es aplicada, según su alcance temporal es transversal, según su profundidad es explicativa, según su carácter de medida es cuantitativo. POBLACIÓN: N=26 MUESTRA: n=26 (muestra censal)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿Cómo se sustenta la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Sustentar la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	El pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN <u>DIMENSIONES:</u> X1: Pronóstico de la demanda X2: Capacidad de planta X3: Fuerza de trabajo X4: Inventarios X5: Estrategias de nivel	X3.1: Costo de hora normal X3.2: Costo de hora extra X3.3: Costo de contratar y capacitar X3.4: Costo de despedir	
¿Cómo se fundamenta la relación entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Fundamentar la relación que se da entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	La capacidad de planta se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.		X4.1: Tamaño único de almacenamiento X4.2: Costo de espacio de almacenamiento X4.3: Costos de inventarios	
¿De qué manera se explica la relación entre la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Explicar la manera en que se relaciona la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	La fuerza de trabajo se relaciona significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	<i>Y: Variable Dependiente</i>	X5.1: Alternativas de capacidad X5.2: Alternativas de demanda X5.3: Alternativas mixtas	
¿Cuál es la relación que se da entre los inventarios y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Probar la relación que se da entre los inventarios y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	Los inventarios se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	PRODUCTIVIDAD <u>DIMENSIONES:</u>	X1.1: Producción obtenida X1.2: Producción esperada	
¿De qué manera se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?	Demostrar la manera en que se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	Las estrategias de nivel se relacionan significativamente con la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.	Y1: Eficacia Y2: Eficiencia	X2.1: Costos reales X2.2: Costos programados	

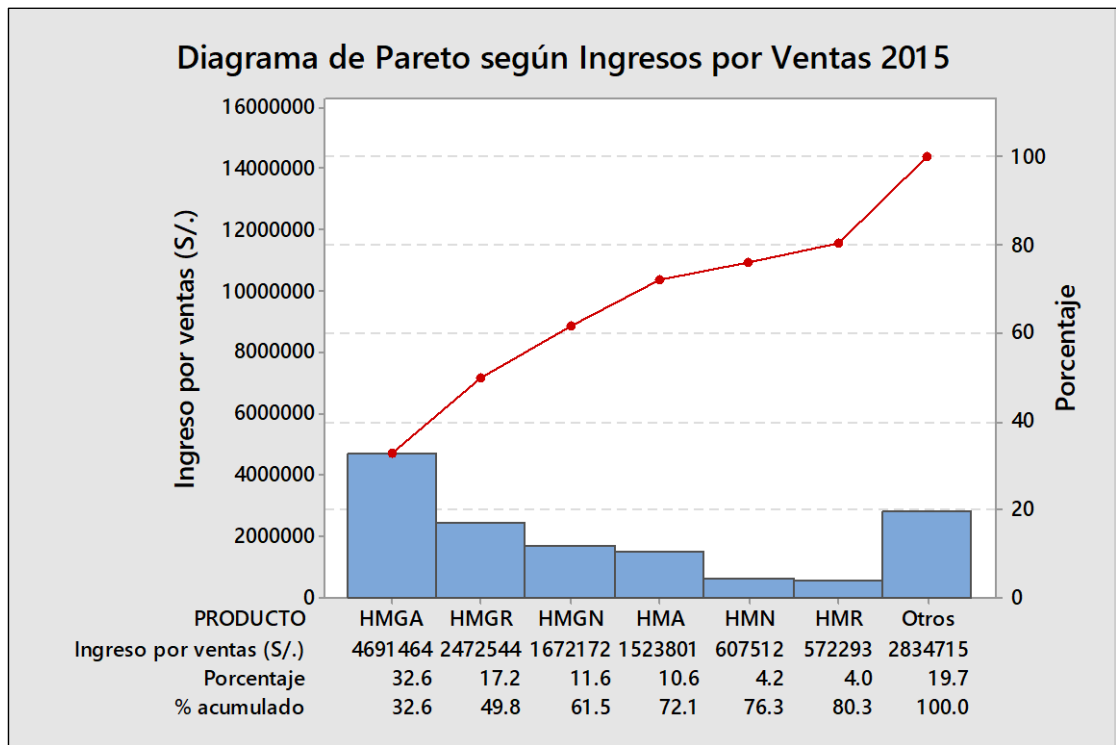
▪ ANEXO 2. PRODUCCIÓN DEL AÑO 2015 – AgroBranggi S.A.C.

N°	Descripción	Producción 2015 (kg)
1	Achote en polvo	679,70
2	Ácido ascórbico en polvo	200,00
3	Ají amarillo en polvo	70,00
4	Ají mirasol en polvo	571,60
5	Ají panca en polvo	1 136,15
6	Arroz extruido	100,00
7	Avena extruida	100,00
8	Camú integral en polvo	5 100,00
9	Col china	1 522,80
10	Diente de león	268,60
11	Diente de león en polvo	806,00
12	Flan de algarrobo	1 046,80
13	Harina de camote	476,00
14	Harina de maca amarilla	67 628,00
15	Harina de maca gel amarilla	151 798,00
16	Harina de maca gel negra	54 105,15
17	Harina de maca gel roja	80 002,14
18	Harina de maca negra	26 962,05
19	Harina de maca roja	25 399,00
20	Harina de sachainchi	28 346,75
21	Harina quinua cruda	280,00
22	Jengibre seco	4 075,00
23	Kiwicha en polvo	2 000,00
24	Maca 30 mesh	271,00
25	Maca 30 mesh en stock	504,10
26	Maca chip amarilla	20 492,16
27	Maca chip negra	16 966,43
28	Maca chip roja	6 650,00
29	Maca de raíz seca	2 887,10
30	Maca fresca	4 777,00
31	Maca seca en hojuelas	5 672,25
32	Maíz extruido	100,00
33	Palillo en polvo	8 803,20
34	Pulpa de camu camu polvo	1 737,10
35	Quinua extruida	3 750,00
36	Quinua extruida en polvo	3 207,50
37	Quinua en polvo cruda	770,60
38	Quinua en polvo gel	1 000,00
39	Quinua molida	2 396,80
40	Quinua polvo cruda	11 730,00
41	Rocoto deshidratado	3 338,85
42	Rocoto en polvo	66,00
43	Sachainchi en polvo	1 200,00
44	Sal en polvo	131 69,00
45	Sen en polvo	9 819,40
Total		571 982,23

▪ ANEXO 3. ANÁLISIS DE PARETO

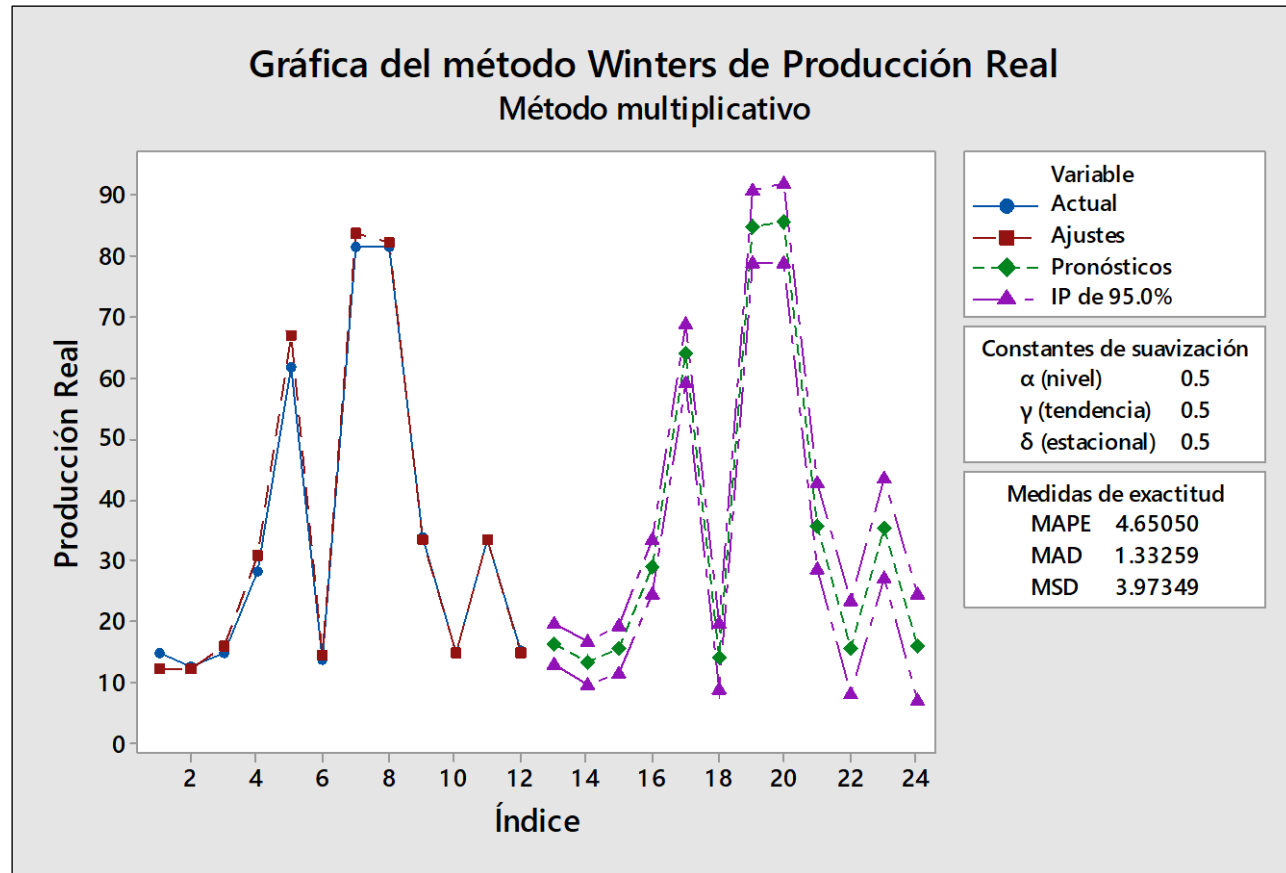
N°	Descripción	Precio de venta (soles/kg)	Producción 2015 (Kg)	Ingreso por ventas (soles)
1	Achote en polvo	15.02	679,70	10 209,09
2	Ácido ascórbico en polvo	72.00	200,00	14 400,00
3	Ají amarillo en polvo	11.69	70,00	818,30
4	Ají mirasol en polvo	8.67	571,60	495,77
5	Ají panca en polvo	9.31	1 136,15	10 577,56
6	Arroz extruido	3.92	100,00	392,00
7	Avena extruida	1.35	100,00	135,00
8	Camú integral en polvo	11.67	5 100,00	59 515,01
9	Col china	2.02	1 522,80	3 076,06
10	Diente de león	40.00	268,60	10 744,00
11	Diente de león en polvo	40.00	806,00	32 240,00
12	Flan de algarrobo	18.72	1 046,80	19 596,10
13	Harina de camote	3.26	476,00	1 551,76
14	Harina de maca amarilla	22.53	67 628,00	1 523 800,86
15	Harina de maca gel amarilla	30.91	151 798,00	4 691 464,43
16	Harina de maca gel negra	30.91	54 105,15	1 672 172,14
17	Harina de maca gel roja	30.91	80 002,14	2 472 543,74
18	Harina de maca negra	22.53	26 962,05	607 511,61
19	Harina de maca roja	22.53	25 399,00	572 292,81
20	Harina de sachainchi	18.37	28 346,75	520 729,80
21	Harina quinua cruda	9.86	280,00	2 760,80
22	Jengibre seco	7.40	4 075,00	30 155,00
23	Kiwicha en polvo	9.69	2 000,00	19 370,88
24	Maca 30 mesh	20.00	271,00	5 420,00
25	Maca 30 mesh en stock	20.00	504,10	10 082,00
26	Maca chip amarilla	22.53	20 492,16	461 731,40
27	Maca chip negra	22.53	16 966,43	382 289,30
28	Maca chip roja	22.53	6 650,00	149 838,47
29	Maca de raíz seca	33.70	2 887,10	97 295,27
30	Maca fresca	32.23	4 777,00	153 962,71
31	Maca seca en hojuelas	29.84	5 672,25	169 259,94
32	Maíz extruido	7.22	100,00	722,00
33	Palillo en polvo	8.27	8 803,20	72 802,46
34	Pulpa de camu camu polvo	12.60	1 737,10	21 887,46
35	Quinua extruida	11.85	3 750,00	44 437,50
36	Quinua extruida en polvo	13.37	3 207,50	42 884,28
37	Quinua en polvo cruda	12.60	770,60	9 709,56
38	Quinua en polvo gel	10.95	1 000,00	10 950,00
39	Quinua molida	10.00	2 396,80	23 968,00
40	Quinua polvo cruda	10.72	11 730,00	125 745,60
41	Rocoto deshidratado	2.31	3 338,85	7 712,74
42	Rocoto en polvo	11.54	66,00	761,64
43	Sachainchi en polvo	18.37	1 200,00	22 044,00
44	Sal en polvo	1.20	131 69,00	15 802,80
45	Sen en polvo	26.90	9 819,40	264 181,14
Total			571 982,23	14 374 500,97

▪ ANEXO 4. DIGRAMA DE PARETO – AgroBranggi S.A.C.



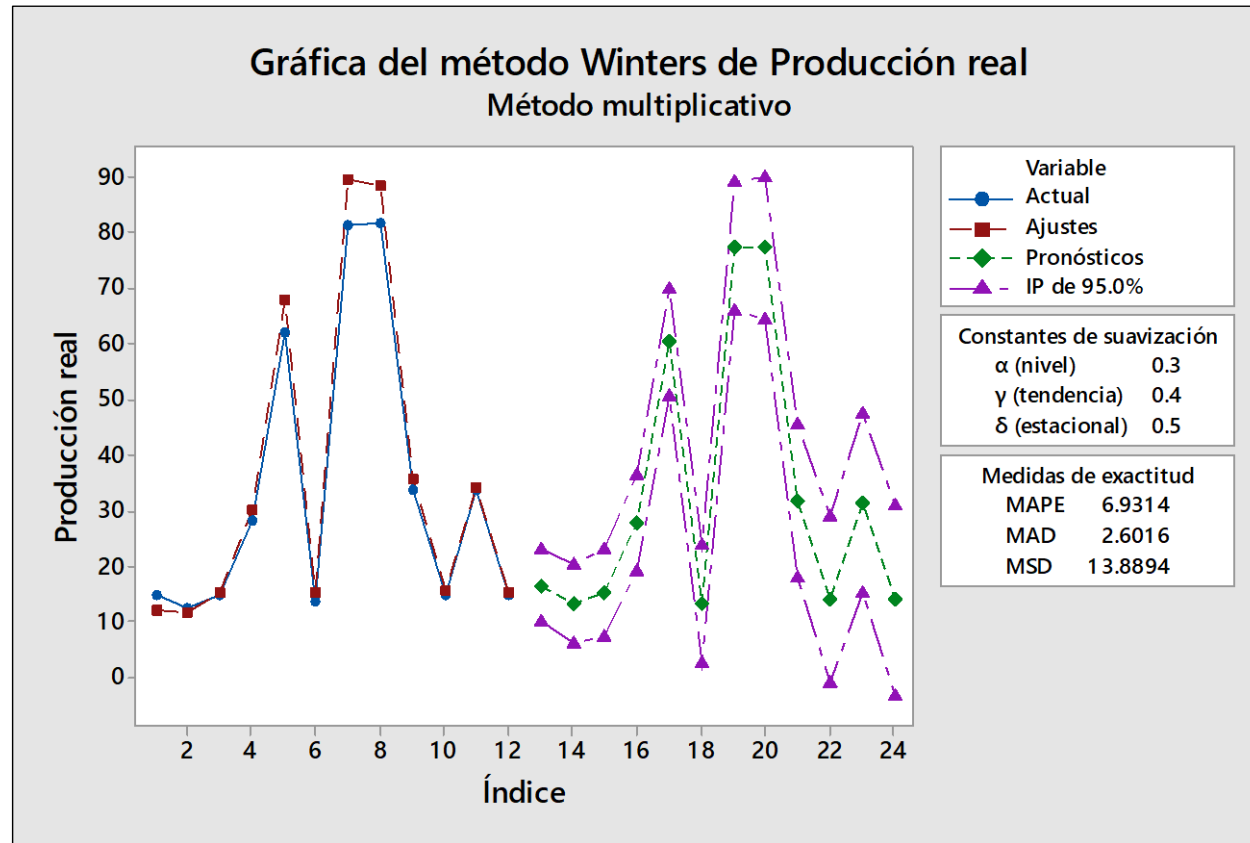
▪ ANEXO 5. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 1)

Pronóstico: iteración 1	
α	0,5
γ	0,5
δ	0,5
MAPE	4,6505
MAD	1,33259
MSD	3,97349
Meses	Pronóstico
Enero	16,26
Febrero	13,11
Marzo	15,37
Abril	28,96
Mayo	64,11
Junio	14,12
Julio	85,23
Agosto	85,75
Septiembre	35,53
Octubre	15,67
Noviembre	35,32
Diciembre	15,7



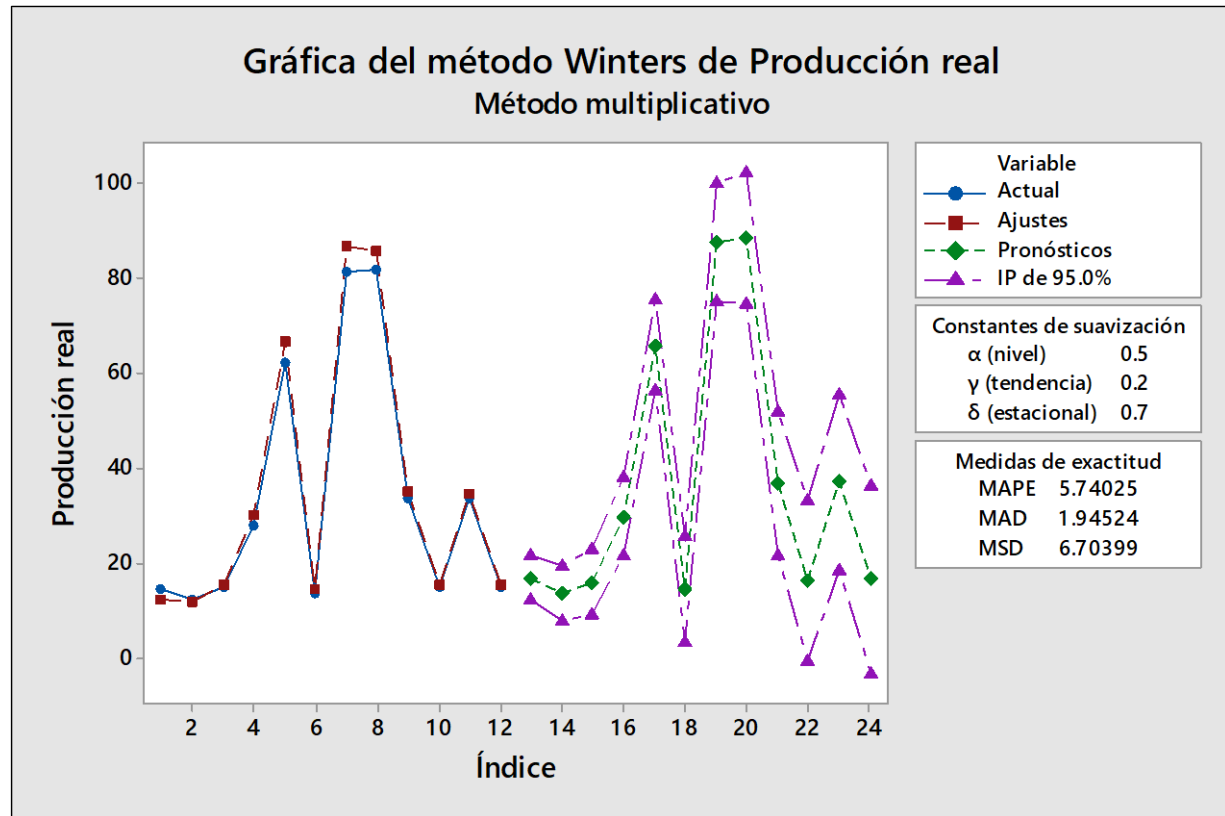
▪ ANEXO 6. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 2)

Pronóstico: iteración 2	
α	0,3
γ	0,4
δ	0,5
MAPE	6,9314
MAD	2,6016
MSD	13,8894
Meses	Pronóstico
Enero	16,51
Febrero	13,2
Marzo	15,18
Abril	27,94
Mayo	60,46
Junio	13,06
Julio	77,65
Agosto	77,33
Septiembre	31,84
Octubre	13,98
Noviembre	31,4
Diciembre	13,89



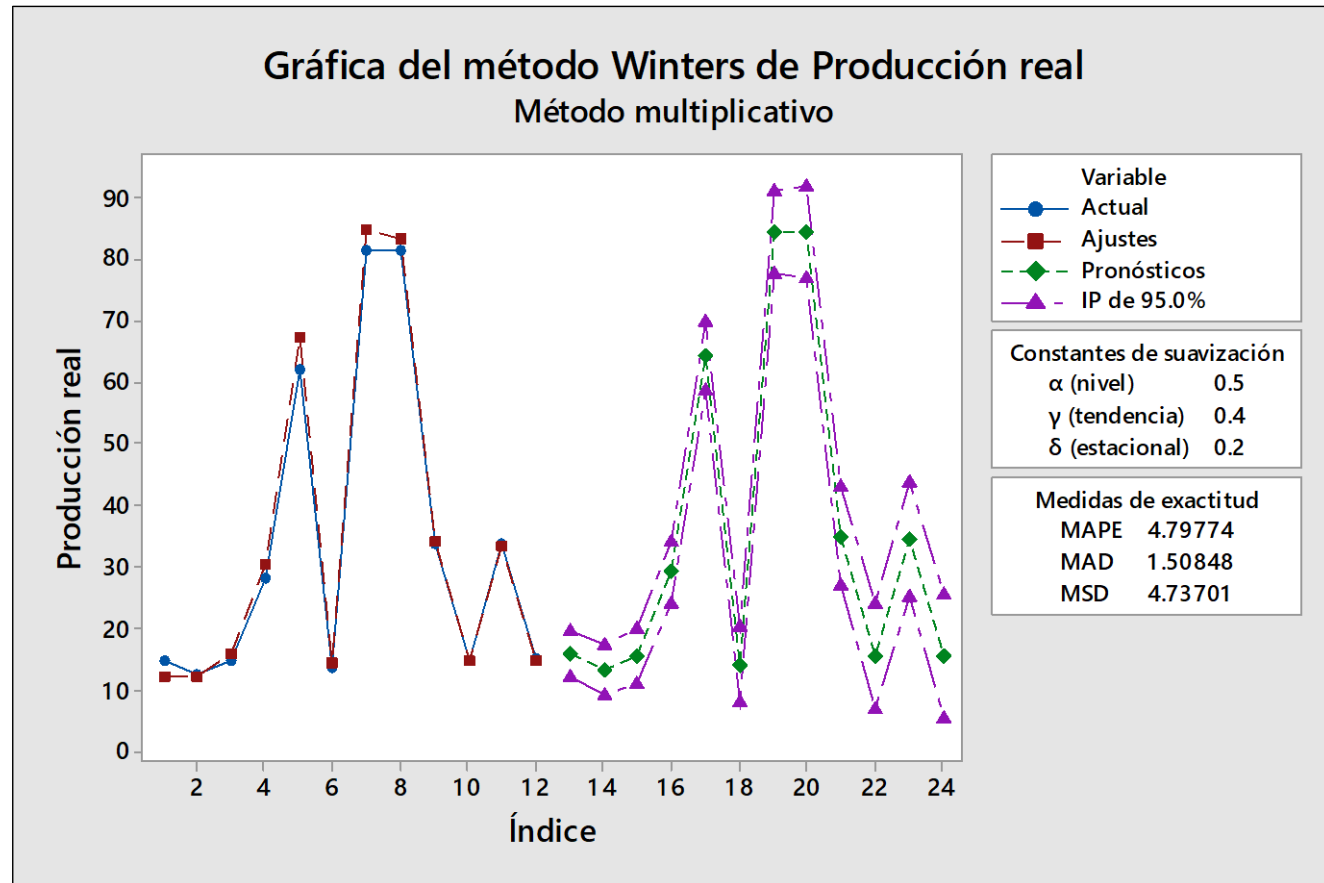
▪ ANEXO 7. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 3)

Pronóstico: iteración 3	
α	0,5
γ	0,2
δ	0,7
MAPE	5,74025
MAD	1,94524
MSD	6,70399
Meses	Pronóstico
Enero	16,83
Febrero	13,53
Marzo	15,86
Abril	29,84
Mayo	65,95
Junio	14,51
Julio	87,61
Agosto	88,36
Septiembre	36,79
Octubre	16,32
Noviembre	37,03
Diciembre	16,56



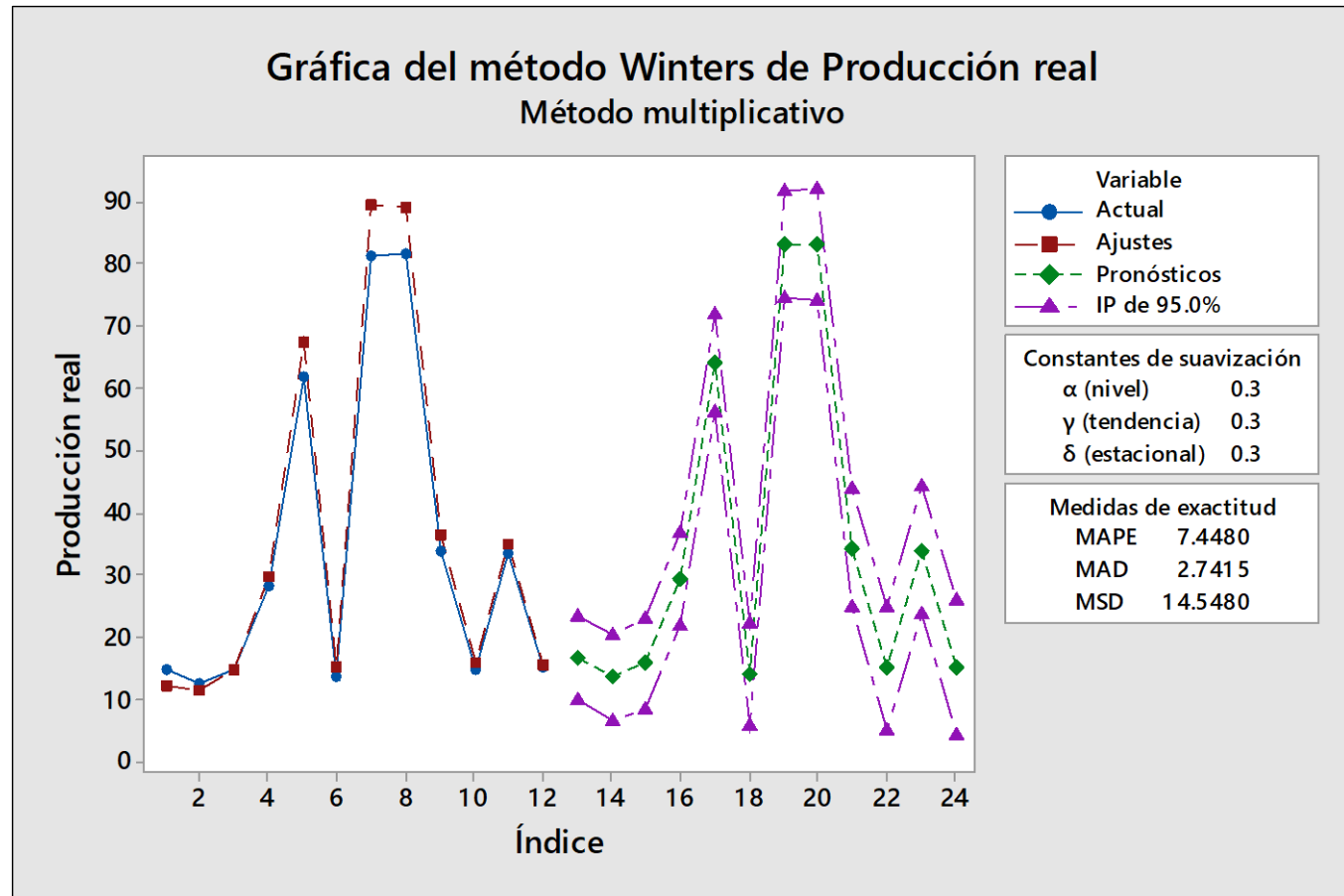
▪ ANEXO 8. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 4)

Pronóstico: iteración 4	
α	0,5
γ	0,4
δ	0,2
MAPE	4,79774
MAD	1,50848
MSD	4,73701
Meses	Pronóstico
Enero	15,8
Febrero	13,06
Marzo	15,48
Abril	29,2
Mayo	64,38
Junio	14,09
Julio	84,53
Agosto	84,63
Septiembre	34,96
Octubre	15,38
Noviembre	34,64
Diciembre	15,38



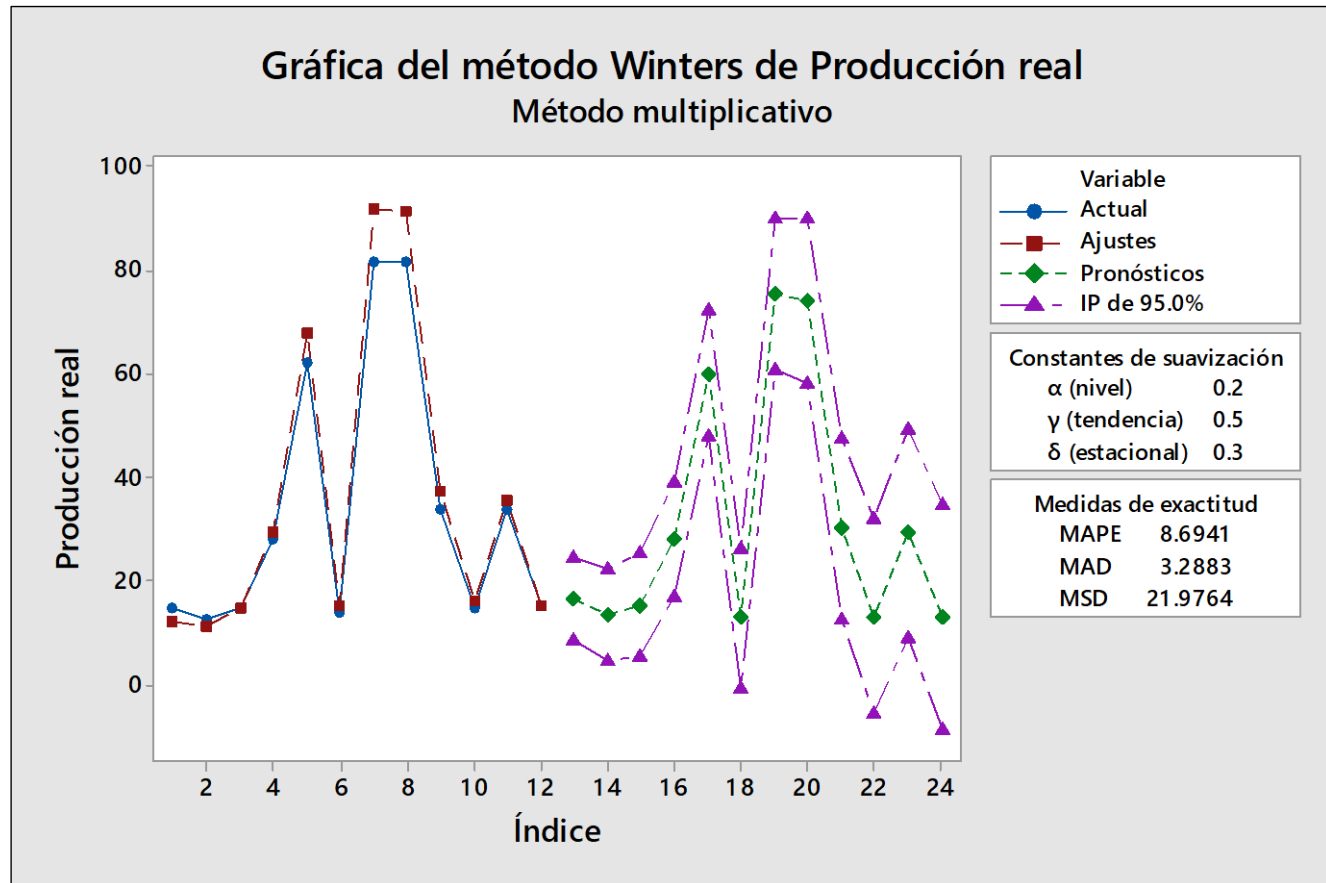
▪ ANEXO 9. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 5)

Pronóstico: iteración 5	
α	0,3
γ	0,3
δ	0,3
MAPE	7,448
MAD	2,7415
MSD	14,548
Meses	Pronóstico
Enero	16,45
Febrero	13,46
Marzo	15,77
Abril	29,41
Mayo	64,23
Junio	13,96
Julio	83,29
Agosto	83,13
Septiembre	34,28
Octubre	15,08
Noviembre	33,96
Diciembre	15,08



▪ ANEXO 10. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016 (ITERACIÓN 6)

Pronóstico: iteración 6	
α	0,2
γ	0,5
δ	0,3
MAPE	8,6941
MAD	3,2883
MSD	21,9764
Meses	Pronóstico
Enero	16,38
Febrero	13,23
Marzo	15,25
Abril	27,96
Mayo	60,02
Junio	12,83
Julio	75,37
Agosto	74,13
Septiembre	30,15
Octubre	13,09
Noviembre	29,12
Diciembre	12,77



▪ ANEXO 11. SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos ¹					
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres			
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1			
incómoda (inclinado)	2	3			
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)					
Peso levantado [kg]					
2,5	0	1			
5	1	2			
10	3	4			
25	9	20 máx			
35,5	22	---			
D. Mala iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0			
Bastante por debajo	2	2			
Absolutamente insuficiente	5	5			
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata					
16		0			
8		10			
			F. Concentración intensa		
			Trabajos de cierta precisión	0	0
			Trabajos precisos o fatigosos	2	2
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
			G. Ruido		
			Continuo	0	0
			Intermitente y fuerte	2	2
			Intermitente y muy fuerte	5	5
			Estridente y fuerte		
			H. Tensión mental		
			Proceso bastante complejo	1	1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
			Muy complejo	8	8
			I. Monotonía		
			Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

▪ **ANEXO 12. ESTUDIO DE TIEMPO – FAMILIA HARINA DE MACA GEL**

ID de OPER.	Actividades	T 1 seg.	T 2 seg.	T 3 seg.	T 4 seg.	T 5 seg.	T 6 seg.	T 7 seg.	T 8 seg.	T 9 seg.	T 10 seg.	TIEMPO MEDIO (s)	Número de Observaciones	FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	Suplementos (Ver Tabla OIT)	TIEMPO ESTANDAR	
1	Trasladar MP hacia el área de Selección	763	758	764	765	760	767	759	760	764	760	762	10.00	1	762	1.19	907.20	
2	Seleccionar	3871	3864	3866	3869	3868	3870	3863	3865	3870	3864	3867	10.00	1	3867	1.19	4601.88	
3	Trasladar MP hacia el área de pesado	661	656	662	663	658	665	657	658	662	658	660	10.00	1	660	1.19	785.52	
4	Pesar	634	627	629	632	631	633	626	628	633	627	630	10.00	1	630	1	630.00	
5	Trasladar MP hacia el área de lavado	217	212	218	219	214	221	213	214	218	214	216	10.00	1	216	1.19	257.04	
6	Lavar	5304	5297	5299	5302	5301	5303	5296	5298	5303	5297	5300	10.00	1	5300	1	5299.92	
7	Trasladar hacia el área de picado	605	600	606	607	602	609	601	602	606	602	604	10.00	1	604	1.19	719.28	
8	Picar	4945	4938	4940	4943	4942	4944	4937	4939	4944	4938	4941	10.00	1	4941	1	4941.00	
9	Trasladar hacia el área de extruido	903	898	904	905	900	907	899	900	904	900	902	10.00	1	902	1.19	1072.80	
10	Extruido	10024	10017	10019	10022	10021	10023	10016	10018	10023	10017	10020	10.00	1	10020	1	10020.24	
11	Trasladar hacia el área de deshidratado	919	914	920	921	916	923	915	916	920	916	918	10.00	1	918	1.19	1092.60	
12	Deshidratar (batch)	8060	8053	8055	8058	8057	8059	8052	8054	8059	8053	8056	10.00	1	8056	1	8056.08	
13	Trasladar hacia área de molienda	1023	1018	1024	1025	1020	1027	1019	1020	1024	1020	1022	10.00	1	1022	1.19	1215.72	
14	Moler - Tamizar	5424	5417	5419	5422	5421	5423	5416	5418	5423	5417	5420	10.00	1	5420	1	5420.16	
15	Reposar Harina	6110	6105	6111	6112	6107	6114	6106	6107	6111	6107	6109	10.00	1	6109	1.19	7270.20	
16	Trasladar hacia área de envasado	1106	1099	1101	1104	1103	1105	1098	1100	1105	1099	1102	10.00	1	1102	1.19	1311.84	
17	Envasar	7465	7460	7466	7467	7462	7469	7461	7462	7466	7462	7464	10.00	1	7464	1	7463.88	
18	Trasladar hacia almacén de PT	771	764	766	769	768	770	763	765	770	764	767	10.00	1	767	1.19	912.24	
Tiempo en minutos		980.10	978.30	979.50	980.10	979.20	980.55	978.30	978.75	980.10	978.60	979			Tiempo Total (minutos)		1033	
																	Total en hora	17.22

▪ **ANEXO 13. ESTUDIO DE TIEMPO – FAMILIA HARINA DE MACA**

ID de OPER.	Actividades	T 1 seg.	T 2 seg.	T 3 seg.	T 4 seg.	T 5 seg.	T 6 seg.	T 7 seg.	T 8 seg.	T 9 seg.	T 10 seg.	TIEMPO MEDIO (s)	Número de Observaciones	FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	Suplementos (Ver Tabla OIT)	TIEMPO ESTANDAR	
1	Trasladar MP hacia el área de Selección	765	762	768	755	760	760	770	740	755	780	762	10.00	1	762	1.19	906.19	
2	Seleccionar	3867	3866	3865	3867	3860	3870	3860	3867	3855	3890	3867	10.00	1	3867	1.19	4601.37	
3	Trasladar MP hacia el área de pesado	660	661	662	665	667	664	640	655	680	670	662	10.00	1	662	1.19	788.26	
4	Pesar	630	620	640	625	635	627	630	627	625	640	630	10.00	1	630	1	629.90	
5	Trasladar MP hacia el área de lavado	212	225	220	215	225	224	225	210	210	200	217	10.00	1	217	1.19	257.75	
6	Lavar y desinfectar	5299	5300	5301	5290	5292	5297	5292	5296	5306	5299	5297	10.00	1	5297	1	5297.20	
7	Trasladar hacia el área de picado	610	608	604	605	600	603	610	599	600	602	604	10.00	1	604	1.19	718.88	
8	Picar	4935	4940	4942	4950	4938	4935	4945	4940	4950	4941	4942	10.00	1	4942	1	4941.60	
9	Trasladar hacia el área de deshidratado	918	917	915	920	925	920	922	923	917	915	919	10.00	1	919	1.19	1093.85	
10	Deshidratar (batch)	9136	9137	9137	9140	9130	9137	9138	9125	9140	9150	9137	10.00	1	9137	1	9137.00	
11	Trasladar hacia área de molienda	1021	1024	1026	1030	1019	1028	1012	1015	1019	1020	1021	10.00	1	1021	1.19	1215.47	
12	Moler - Tamizar	5420	5422	5425	5418	5426	5422	5423	5418	5380	5420	5417	10.00	1	5417	1	5417.40	
13	Reposar Harina	6109	6108	6105	6110	6109	6115	6114	6105	6105	6111	6109	10.00	1	6109	1.19	7269.83	
14	Trasladar hacia área de envasado	1102	1103	1104	1110	1100	1098	1090	1099	1102	1115	1102	10.00	1	1102	1.19	1311.74	
15	Envasar	7463	7462	7464	7465	7461	7460	7465	7468	7462	7463	7463	10.00	1	7463	1	7463.30	
16	Trasladar hacia almacén de PT	680	670	740	740	750	750	771	750	770	750	737	10.00	1	737	1.19	877.15	
Tiempo en minutos		813.78	813.75	815.30	815.08	814.95	815.17	815.12	813.95	814.60	816.10	815					Tiempo total (minutos)	865.45
																	Tiempo total (horas)	14.42

▪ ANEXO 14. SUBPROGRAMA DE PLANEACIÓN AGREGADA DEL SOFTWARE WINQSB 2.0



Inicio del subprograma
PLANEACIÓN
AGREGADA del
programa WINQSB 2.0

▪ ANEXO 15. ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE PLANEACIÓN AGREGADA (Imagen capturada de WINQSB 2.0)

The image shows a 'Problem Specification' dialog box with the following fields and annotations:

- Problem Type:** Simple Model (selected), Transportation Model, General LP Model. Annotation: 'Modelo simple'.
- Options:**
 - Part Time Allowed (checkbox)
 - Overtime Allowed (checkbox checked). Annotation: 'Tiempo extra'.
 - Hire/Dismissal Allowed (checkbox checked). Annotation: 'Despido y contrataciones'.
 - Subcontracting Allowed (checkbox)
 - Backorder Allowed (checkbox)
 - Lost Sales Allowed (checkbox)
- Problem Title:** Agregado de Producción 2016 - AGROBRANGGI. Annotation: 'Título del problema'.
- Number of Planning Periods:** 12. Annotation: 'Número de periodos planeados'.
- Planning Resource Name:** empleado. Annotation: 'Nombre del recurso planeado'.
- Capacity Unit of Planning Resource:** horas. Annotation: 'Unidad de capacidad del recurso planeado'.
- Capacity Requirement per Product/Service:** 15.83. Annotation: 'Capacidad requerida por unidad de producto o servicio'.
- Initial Number of Planning Resource:** 21. Annotation: 'Número inicial del recurso planeado'.
- Initial Inventory(+)/Backorder(-) of Product/Service:** 0. Annotation: 'Inventario inicial'.

Buttons: OK, Cancel, Help.

▪ ANEXO 16. INFORMACIÓN DE PLANEACIÓN AGREGADA DE PRODUCCIÓN (Imagen capturada de WINQSB 2.0)

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6	Period 7	Period 8	Period 9	Period 10	Period 11	Period 12
Forecast Demand	16.26	13.11	15.37	28.96	64.11	14.12	85.23	85.75	35.53	15.67	35.32	15.70
Initial Number of Employee	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Regular Time Capacity in Hour per Employee	240	232	232	240	248	232	232	240	240	240	232	240
Regular Time Cost per Hour	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89
Undertime Cost per Hour	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89
Overtime Capacity in Hour per Employee	120	116	116	120	124	116	116	120	120	120	116	120
Overtime Cost per Hour	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11
Hiring Cost per Employee	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050
Dismissal Cost per Employee	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
Initial Inventory (+) or Backorder (-)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum Inventory Allowed	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Minimum Ending Inventory (Safety Stock)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unit Inventory Holding Cost	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84	1263.84
Other Unit Production Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacity Requirement in Hour per Unit	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83

- | | |
|---|--|
| 1. Pronóstico de la demanda | 12. Nivel mínimo de inventario |
| 2. Número inicial de empleados | 13. Costo de mantener una unidad de inventario |
| 3. Tiempos regular disponible en horas por empleado | 14. Otros costos unitarios de producción |
| 4. Costo regular de la hora | 15. Requerimiento de capacidad por unidad de producto o servicio |
| 5. Costo por debajo de la hora | |
| 6. Tiempo extra disponible | |
| 7. Costo de tiempo extra | |
| 8. Costo de contratación | |
| 9. Costo de despido | |
| 10. Inventario inicial | |
| 11. Nivel máximo de inventario | |

▪ ANEXO 17. ESTRATEGIA (1) PROMEDIO DE PRODUCCIÓN CONSTANTE (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Promedio de producción constante

Producción promedio propuesta

02-07-2017 17:27:43	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	36.00	0.00	36.00	19.74	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	36.00	0.00	36.00	42.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	36.00	0.00	36.00	63.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	36.00	0.00	36.00	70.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	36.00	0.00	36.00	42.19	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	36.00	0.00	36.00	64.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	36.00	0.00	36.00	14.84	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	36.00	0.00	36.00	6.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	432.00	0.00	432.00	323.90	0.00	0.00	

02-07-2017 17:28:20	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$24,948.20	0	0	\$49,593.80
Period 2	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$53,877.50	0	0	\$77,701.58
Period 3	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$79,950.52	0	0	\$103,774.59
Period 4	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$88,847.95	0	0	\$113,493.55
Period 5	\$2,786.71	\$22,680.41	0	\$53,321.41	0	0	\$78,788.53
Period 6	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$80,974.23	0	0	\$104,798.31
Period 7	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$18,755.39	0	0	\$42,579.47
Period 8	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 9	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 10	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 11	\$2,786.71	\$21,037.37	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 12	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$8,682.59	0	0	\$33,328.19
Total	\$33,440.56	\$259,020.58	0	\$409,357.78	0	0	\$701,819

▪ ANEXO 18. ESTRATEGIA (2.1) PROMEDIO DE PRODUCCIÓN PERIÓDICO – 2 PERIODOS (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Promedio de producción periódico

Longitud de producción promedio periódico (N^o de periodos)

02-07-2017 17:37:49	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	15.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	15.00	0.00	15.00	0.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	23.00	0.00	23.00	8.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	23.00	0.00	23.00	2.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	40.00	0.00	40.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	40.00	0.00	40.00	4.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	86.00	0.00	86.00	4.84	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	86.00	0.00	86.00	5.09	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	26.00	0.00	26.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	26.00	0.00	26.00	5.89	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	26.00	0.00	26.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	26.00	0.00	26.00	6.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	432.00	0.00	432.00	37.95	0.00	0.00	

02-07-2017 17:38:04	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$1,161.13	\$23,484.47	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 2	\$1,161.13	\$22,662.95	0	\$796.22	0	0	\$24,620.30
Period 3	\$1,780.40	\$22,043.68	0	\$10,439.32	0	0	\$34,263.40
Period 4	\$1,780.40	\$22,865.20	0	\$2,906.83	0	0	\$27,552.43
Period 5	\$3,096.35	\$22,370.77	0	0	0	0	\$25,467.12
Period 6	\$3,096.35	\$20,727.73	0	\$5,143.83	0	0	\$28,967.91
Period 7	\$6,657.15	\$17,166.93	0	\$6,116.98	0	0	\$29,941.06
Period 8	\$6,657.15	\$17,988.45	0	\$6,432.94	0	0	\$31,078.54
Period 9	\$2,012.63	\$22,632.97	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 10	\$2,012.63	\$22,632.97	0	\$7,444.02	0	0	\$32,089.62
Period 11	\$2,012.63	\$21,811.45	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 12	\$2,012.63	\$22,632.97	0	\$8,682.58	0	0	\$33,328.18
Total	\$33,440.56	\$259,020.55	0	\$47,962.73	0	0	\$340,423.84

▪ ANEXO 19. ESTRATEGIA (2.2) PROMEDIO DE PRODUCCIÓN PERIÓDICO – 3 PERIODOS (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Promedio de producción periódico

Longitud de producción promedio periódico (Nº de periodos)

02-07-2017 17:38:54	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	15.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	15.00	0.00	15.00	0.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	15.00	0.00	15.00	0.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	36.00	0.00	36.00	7.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	36.00	0.00	36.00	1.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	69.00	0.00	69.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	69.00	0.00	69.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	69.00	0.00	69.00	1.56	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	23.00	0.00	23.00	8.89	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	23.00	0.00	23.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	23.00	0.00	23.00	3.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	429.00	0.00	429.00	23.58	0.00	0.00	

02-07-2017 17:39:43	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$1,161.13	\$23,484.47	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 2	\$1,161.13	\$22,662.95	0	\$796.22	0	0	\$24,620.30
Period 3	\$1,161.13	\$22,662.95	0	\$328.60	0	0	\$24,152.68
Period 4	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$9,226.03	0	0	\$33,871.63
Period 5	\$2,786.71	\$22,680.41	0	0	0	0	\$25,467.12
Period 6	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$1,352.31	0	0	\$25,176.39
Period 7	\$5,341.20	\$18,482.88	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 8	\$5,341.20	\$19,304.40	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 9	\$5,341.20	\$19,304.40	0	\$1,971.59	0	0	\$26,617.19
Period 10	\$1,780.40	\$22,865.20	0	\$11,235.54	0	0	\$35,881.14
Period 11	\$1,780.40	\$22,043.68	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 12	\$1,780.40	\$22,865.20	0	\$4,891.06	0	0	\$29,536.66
Total	\$33,208.33	\$259,252.80	0	\$29,801.35	0	0	\$322,262.47

▪ ANEXO 20. ESTRATEGIA (2.3) PROMEDIO DE PRODUCCIÓN PERIÓDICO – 6 PERIODOS (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Promedio de producción periódico

Longitud de producción promedio periódico (Nº de periodos)

02-07-2017 17:40:14	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	26.00	0.00	26.00	9.74	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	26.00	0.00	26.00	22.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	26.00	0.00	26.00	33.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	26.00	0.00	26.00	30.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	26.00	0.00	26.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	26.00	0.00	26.00	4.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	46.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	46.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	46.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	46.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	46.00	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	46.00	0.00	46.00	6.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	432.00	0.00	432.00	106.87	0.00	0.00	

02-07-2017 17:40:27	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$2,012.63	\$22,632.97	0	\$12,309.80	0	0	\$36,955.40
Period 2	\$2,012.63	\$21,811.45	0	\$28,600.70	0	0	\$52,424.78
Period 3	\$2,012.63	\$21,811.45	0	\$42,035.32	0	0	\$65,859.40
Period 4	\$2,012.63	\$22,632.97	0	\$38,294.36	0	0	\$62,939.95
Period 5	\$2,012.63	\$23,454.49	0	0	0	0	\$25,467.12
Period 6	\$2,012.63	\$21,811.45	0	\$5,143.83	0	0	\$28,967.91
Period 7	\$3,560.80	\$20,263.28	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 8	\$3,560.80	\$21,084.80	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 9	\$3,560.80	\$21,084.80	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 10	\$3,560.80	\$21,084.80	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 11	\$3,560.80	\$20,263.28	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 12	\$3,560.80	\$21,084.80	0	\$8,682.58	0	0	\$33,328.18
Total	\$33,440.56	\$259,020.53	0	\$135,066.58	0	0	\$427,527.72

▪ ANEXO 21. ESTRATEGIA (2.4) PROMEDIO DE PRODUCCIÓN PERIÓDICO – 12 PERIODOS (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Promedio de producción periódico

Longitud de producción promedio periódico (N^o de periodos)

02-07-2017 17:41:29	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	36.00	0.00	36.00	19.74	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	36.00	0.00	36.00	42.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	36.00	0.00	36.00	63.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	36.00	0.00	36.00	70.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	36.00	0.00	36.00	42.19	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	36.00	0.00	36.00	64.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	36.00	0.00	36.00	14.84	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	36.00	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	36.00	0.00	36.00	6.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	432.00	0.00	432.00	323.90	0.00	0.00	

02-07-2017 17:41:42	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$24,948.20	0	0	\$49,593.80
Period 2	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$53,877.50	0	0	\$77,701.58
Period 3	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$79,950.52	0	0	\$103,774.59
Period 4	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$88,847.95	0	0	\$113,493.55
Period 5	\$2,786.71	\$22,680.41	0	\$53,321.41	0	0	\$78,788.53
Period 6	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$80,974.23	0	0	\$104,798.31
Period 7	\$2,786.71	\$21,037.37	0	\$18,755.39	0	0	\$42,579.47
Period 8	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 9	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 10	\$2,786.71	\$21,858.89	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 11	\$2,786.71	\$21,037.37	0	0	0	0	\$23,824.08
Period 12	\$2,786.71	\$21,858.89	0	\$8,682.59	0	0	\$33,328.19
Total	\$33,440.56	\$259,020.58	0	\$409,357.78	0	0	\$701,819

▪ ANEXO 22. ESTRATEGIA (3) TIEMPO CONSTANTE DE CAPACIDAD PARA EMPLEADOS (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

Tiempo constante de capacidad para empleados

Número propuesto de empleados a tiempo regular

02-07-2017 17:42:25	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	45.00	0.00	45.00	28.74	0.00	18.00	3.00
Period 2	13.11	44.00	0.00	44.00	59.63	0.00	0.00	3.00
Period 3	15.37	44.00	0.00	44.00	88.26	0.00	0.00	3.00
Period 4	28.96	45.00	0.00	45.00	104.30	0.00	0.00	3.00
Period 5	64.11	47.00	0.00	47.00	87.19	0.00	0.00	3.00
Period 6	14.12	44.00	0.00	44.00	117.07	0.00	0.00	3.00
Period 7	85.23	44.00	0.00	44.00	75.84	0.00	0.00	3.00
Period 8	85.75	45.00	0.00	45.00	35.09	0.00	0.00	3.00
Period 9	35.53	45.00	0.00	45.00	44.56	0.00	0.00	3.00
Period 10	15.67	45.00	0.00	45.00	73.89	0.00	0.00	3.00
Period 11	35.32	44.00	0.00	44.00	82.57	0.00	0.00	3.00
Period 12	15.70	45.00	0.00	45.00	111.87	0.00	0.00	3.00
Total	425.13	537.00	0.00	537.00	909.01	0.00	18.00	

02-07-2017 17:42:54	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$3,483.39	\$37.41	0	\$36,322.76	0	\$4,050	\$43,893.56
Period 2	\$3,405.98	0	0	\$75,362.77	0	0	\$78,768.76
Period 3	\$3,405.98	0	0	\$111,546.51	0	0	\$114,952.49
Period 4	\$3,483.39	\$37.41	0	\$131,818.50	0	0	\$135,339.30
Period 5	\$3,638.21	0	0	\$110,194.20	0	0	\$113,832.41
Period 6	\$3,405.98	0	0	\$147,957.73	0	0	\$151,363.72
Period 7	\$3,405.98	0	0	\$95,849.61	0	0	\$99,255.59
Period 8	\$3,483.39	\$37.41	0	\$44,348.13	0	0	\$47,868.93
Period 9	\$3,483.39	\$37.41	0	\$56,316.70	0	0	\$59,837.50
Period 10	\$3,483.39	\$37.41	0	\$93,385.13	0	0	\$96,905.92
Period 11	\$3,405.98	0	0	\$104,355.26	0	0	\$107,761.24
Period 12	\$3,483.39	\$37.41	0	\$141,385.77	0	0	\$144,906.56
Total	\$41,568.47	\$224.45	0	\$1,148,843.13	0	\$4,050	\$1,194,686

▪ ANEXO 23. ESTRATEGIA (4) CANTIDAD INICIAL DE EMPLEADOS CONSTANTES (Imágenes capturada de WINQSB 2.0)

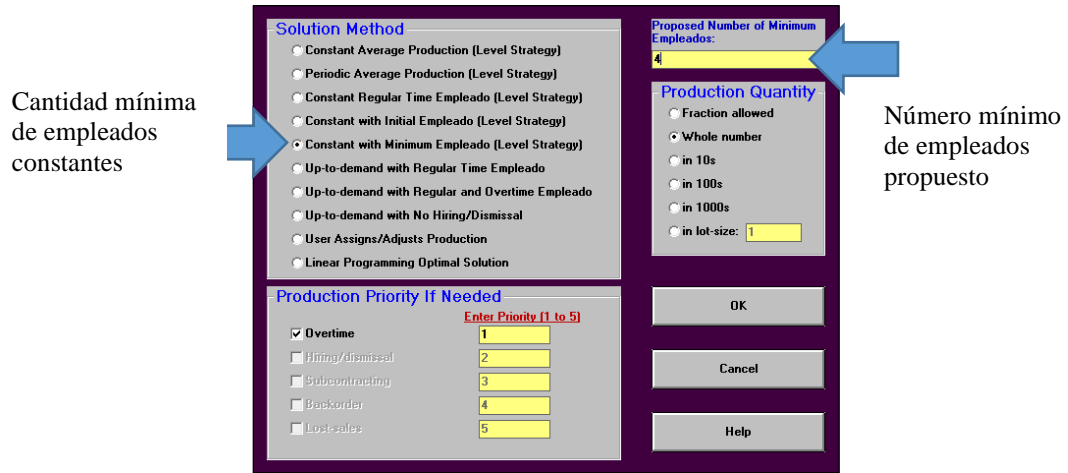
Cantidad inicial de empleados constantes

Propuesta de número inicial de empleados

02-07-2017 17:45:19	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	318.00	0.00	318.00	301.74	0.00	0.00	21.00
Period 2	13.11	308.00	0.00	308.00	596.63	0.00	0.00	21.00
Period 3	15.37	308.00	0.00	308.00	889.26	0.00	0.00	21.00
Period 4	28.96	318.00	0.00	318.00	1,178.30	0.00	0.00	21.00
Period 5	64.11	329.00	0.00	329.00	1,443.19	0.00	0.00	21.00
Period 6	14.12	308.00	0.00	308.00	1,737.07	0.00	0.00	21.00
Period 7	85.23	308.00	0.00	308.00	1,959.84	0.00	0.00	21.00
Period 8	85.75	318.00	0.00	318.00	2,192.09	0.00	0.00	21.00
Period 9	35.53	318.00	0.00	318.00	2,474.56	0.00	0.00	21.00
Period 10	15.67	318.00	0.00	318.00	2,776.89	0.00	0.00	21.00
Period 11	35.32	308.00	0.00	308.00	3,049.57	0.00	0.00	21.00
Period 12	15.70	318.00	0.00	318.00	3,351.87	0.00	0.00	21.00
Total	425.13	3,777.00	0.00	3,777.00	21,951.01	0.00	0.00	

02-07-2017 17:50:12	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$24,615.96	\$29.63	0	\$381,351.06	0	0	\$405,996.66
Period 2	\$23,841.88	0	0	\$754,044.88	0	0	\$777,886.75
Period 3	\$23,841.88	0	0	\$1,123,882.38	0	0	\$1,147,724.25
Period 4	\$24,615.96	\$29.63	0	\$1,489,182.75	0	0	\$1,513,828.38
Period 5	\$25,467.46	0	0	\$1,823,961.25	0	0	\$1,849,428.75
Period 6	\$23,841.88	0	0	\$2,195,378.50	0	0	\$2,219,220.50
Period 7	\$23,841.88	0	0	\$2,476,924.25	0	0	\$2,500,766.25
Period 8	\$24,615.96	\$29.63	0	\$2,770,451	0	0	\$2,795,096.75
Period 9	\$24,615.96	\$29.63	0	\$3,127,448	0	0	\$3,152,093.75
Period 10	\$24,615.96	\$29.63	0	\$3,509,544.75	0	0	\$3,534,190.50
Period 11	\$23,841.88	0	0	\$3,854,168.50	0	0	\$3,878,010.50
Period 12	\$24,615.96	\$29.63	0	\$4,236,227.50	0	0	\$4,260,873
Total	\$292,372.66	\$177.80	0	\$27,742,560	0	0	\$28,035,120

▪ ANEXO 24. ESTRATEGIA (5) CANTIDAD MÍNIMA DE EMPLEADOS
(Imágenes capturada de WINQSB 2.0)



02-07-2017 17:52:54	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Employees
Initial					0.00			21.00
Period 1	16.26	61.00	0.00	61.00	44.74	0.00	17.00	4.00
Period 2	13.11	59.00	0.00	59.00	90.63	0.00	0.00	4.00
Period 3	15.37	59.00	0.00	59.00	134.26	0.00	0.00	4.00
Period 4	28.96	61.00	0.00	61.00	166.30	0.00	0.00	4.00
Period 5	64.11	63.00	0.00	63.00	165.19	0.00	0.00	4.00
Period 6	14.12	59.00	0.00	59.00	210.07	0.00	0.00	4.00
Period 7	85.23	59.00	0.00	59.00	183.84	0.00	0.00	4.00
Period 8	85.75	61.00	0.00	61.00	159.09	0.00	0.00	4.00
Period 9	35.53	61.00	0.00	61.00	184.56	0.00	0.00	4.00
Period 10	15.67	61.00	0.00	61.00	229.89	0.00	0.00	4.00
Period 11	35.32	59.00	0.00	59.00	253.57	0.00	0.00	4.00
Period 12	15.70	61.00	0.00	61.00	298.87	0.00	0.00	4.00
Total	425.13	724.00	0.00	724.00	2,121.01	0.00	17.00	

02-07-2017 17:53:08	Regular Time	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$4,721.93	0	\$56,544.20	0	\$3,825	\$65,091.13
Period 2	\$4,567.11	0	\$114,541.81	0	0	\$119,108.92
Period 3	\$4,567.11	0	\$169,683.14	0	0	\$174,250.25
Period 4	\$4,721.93	0	\$210,176.58	0	0	\$214,898.52
Period 5	\$4,876.75	0	\$208,773.70	0	0	\$213,650.45
Period 6	\$4,567.11	0	\$265,494.84	0	0	\$270,061.97
Period 7	\$4,567.11	0	\$232,344.33	0	0	\$236,911.44
Period 8	\$4,721.93	0	\$201,064.30	0	0	\$205,786.23
Period 9	\$4,721.93	0	\$233,254.30	0	0	\$237,976.23
Period 10	\$4,721.93	0	\$290,544.16	0	0	\$295,266.09
Period 11	\$4,567.11	0	\$320,471.91	0	0	\$325,039.03
Period 12	\$4,721.93	0	\$377,723.84	0	0	\$382,445.78
Total	\$56,043.89	0	\$2,680,617	0	\$3,825	\$2,740,486.25

II. Capacidad de planta Califíquese usted cada ítem del 1 al 5		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
6	La empresa siempre cumple con los pedidos de los clientes					
7	Las máquinas de la empresa son suficientes para cumplir con los pedidos					
8	La empresa contrata servicios adicionales para cumplir con sus pedidos.					
9	La empresa realiza servicios adicionales para otras empresas.					
10	Los servicios de la empresa se adaptan a las necesidades de los clientes.					
III. Fuerza de trabajo Califíquese usted cada ítem del 1 al 5		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
11	El personal es suficiente para cumplir con los pedidos					
12	El personal hace horas extras en los turnos de trabajo.					
13	Se capacita permanentemente a los trabajadores de la empresa.					
14	Hay renunciaciones, faltas y despidos de operarios en la empresa de manera permanente.					
15	El personal saludable, educado y motivado cumple los pedidos					
IV. Inventarios Califíquese usted cada ítem del 1 al 5		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
16	Las cantidades de productos terminados en el almacén son cuantiosas					
17	Los productos terminados se guardan mucho tiempo en el almacén					
18	La ubicación de los almacenes es apropiado					
19	Mantener los productos terminados por mucho tiempo en los almacenes, elevan los costos.					
20	El inventario de seguridad es adecuado para los requerimientos de la empresa.					
V. Estrategias de nivel Califíquese usted cada ítem del 1 al 5		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
21	Se despide y contrata personal de acuerdo a la cantidad de pedido					
22	Cuando no hay pedidos, se produce y se guarda en los almacenes					
23	Se utilizan horas extras para cumplir los pedidos					
24	Si no hay productos en almacén, se pueden perder las ventas.					
25	La estrategia del plan agregado propuesto se ajusta a la realidad de la empresa.					
VI. Productividad Califíquese usted cada ítem del 1 al 5		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
26	Se entrega a tiempo los pedidos.					
27	Se observa permanentemente, materias primas y productos desechados en producción.					
28	Permanentemente se vuelven a procesar productos ya entregados a almacén o clientes.					
29	Las ventas de la empresa se han incrementado.					
30	La productividad es un indicador importante para la empresa.					

▪ **ANEXO 26. FORMATO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO**

JUICIO DE EXPERTO

PROPUESTA DE SISTEMA EXPERTO PARA PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS, EXTRUIDOS Y MOLIDOS DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIA DE ALIMENTOS BRANGGI S.A.C. – LIMA, 2016

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de Investigación "Cuestionario para medir el plan agregado de producción y su relación con la productividad de productos deshidratados, extruidos y molidos en la empresa Agroindustria de alimentos Branggi" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que en base a su **Criterio y Experiencia Profesional**, valide dicho instrumento para su aplicación.

Autores: FLORES LÓPEZ, Isaac Julio y SOLÍS LÓPEZ, Doris Marlene

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CRITERIO	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
Suficiencia						
Claridad						
Coherencia						
Relevancia						
Total Parcial						
TOTAL						

Puntuación:

De 4 a 6: No válida, reformular

De 10 a 12: Válido, mejorar

De 7 a 9: No válido, modificar

De 13 a 16: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	
Grado Académico	
Registro CIP	

Firma

▪ ANEXO 27. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO (SPSS STATISTICS VISOR)

Análisis de fiabilidad

[Conjunto_de_datos0]

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	26	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	26	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,879	,856	30

▪ ANEXO 28. MODELAMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

	A	B	C	D	E	F	G
1	XLSTAT 2009.3.02 - Regresión lineal - el 26/08/2016 a 03:13:24 p.m.						
2	Y / Cuantitativas: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja6 / Rango = Hoja6!\$F\$1:\$F\$13 / 12 filas y 1 columna						
3	X / Cuantitativas: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja6 / Rango = Hoja6!\$A\$1:\$E\$13 / 12 filas y 5 columnas						
4	Intervalo de confianza (%): 95						
5							
6	Coeficientes de ajuste:						
7							
8	Observación	12.000					
9	Suma de los	12.000					
10	GDL	7.000					
11	R ²	0.998					
12	R ² ajustado	0.997					
13	MEC	0.000					
14	RMEC	0.000					
15	MAPE	3.425					
16	DW	2.063					
17	Cp	5.000					
18	AIC	-233.396					
19	SBC	-230.972					
20	PC	0.005					
21							
22	Parámetros del modelo:						
23							
24	Fuente	Valor	Desviación típica	t	Pr > t	límite inferior (95%)	límite superior (95%)
25	Intersección	0.002	0.001	2.713	0.030	0.000	0.004
26	Demanda (k	0.000	0.000	2.468	0.043	0.000	0.000
27	Capacidad (0.000	0.000				
28	Almacenam	0.000	0.000	1.736	0.126	0.000	0.000
29	Fuerza de tr	0.000	0.000	31.555	< 0.0001	0.000	0.000
30	Estrategias	0.000	0.000	-2.683	0.031	0.000	0.000
31							
32							

▪ ANEXO 29. PRUEBA DE r PEARSON PARA EL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN (X) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS 21

The screenshot displays the SPSS Statistics interface. The menu bar includes options like Archivo, Edición, Ver, Datos, Transformar, Insertar, Formato, Analizar, Marketing directo, Gráficos, Utilidades, Ventana, and Ayuda. The left sidebar shows a tree view with 'Resultado' expanded to 'Correlaciones'. The main window shows the following output:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=PlanAgregado Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

→ **Correlaciones**

[Conjunto_de_datos0]

Correlaciones

		PlanAgregado	Productividad
PlanAgregado	Correlación de Pearson	1	,987**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	,987**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

▪ ANEXO 30. PRUEBA DE r PEARSON PARA EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA (X_1) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS

The screenshot displays the SPSS Statistics interface. The menu bar includes options like Archivo, Edición, Ver, Datos, Transformar, Insertar, Formato, Analizar, Marketing directo, Gráficos, Utilidades, and Ventana. The left sidebar shows a project tree with folders for 'Resultado', 'Log', 'Correlaciones', 'Título', 'Notas', 'Conjunto de datos', and 'Correlaciones'. The main window shows the following output:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=Pronostico Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

Correlaciones

[Conjunto_de_datos0]
  
```

The main output is a table titled "Correlaciones" showing the Pearson correlation between "Pronostico" and "Productividad".

		Pronostico	Productividad
Pronostico	Correlación de Pearson	1	,825**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	,825**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	12	12

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

▪ ANEXO 31. PRUEBA DE r PEARSON PARA LA CAPACIDAD DE PLANTA (X₂) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics interface. The main window shows the output of a correlation analysis. The command window contains the following text:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=CapacidadPlanta Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
  
```

Below the command window, the output is titled "Correlaciones" and shows the results for the dataset "[Conjunto_de_datos0]".

		CapacidadPlanta	Productividad
CapacidadPlanta	Correlación de Pearson	1	,825**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	,825**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	12	12

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

▪ ANEXO 32. PRUEBA DE r PEARSON PARA LA FUERZA DE TRABAJO (X₃) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS

The screenshot displays the SPSS Statistics interface. The menu bar includes Archivo, Edición, Ver, Datos, Transformar, Insertar, Formato, Analizar, Marketing directo, Gráficos, Utilidades, Ventana, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations and analysis. The left sidebar shows a project tree with folders for 'Resultado', 'Log', 'Correlaciones', 'Titulo', 'Notas', 'Conjunto de datos', and 'Correlaciones'. The main window shows the following output:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=FuerzaDeTrabajo Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

→ **Correlaciones**

[Conjunto_de_datos0]

		FuerzaDeTrabajo	Productividad
FuerzaDeTrabajo	Correlación de Pearson	1	,987**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	,987**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

▪ ANEXO 33. PRUEBA DE r PEARSON PARA EL INVENTARIO (X₄) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS

The screenshot displays the SPSS Statistics interface. The top menu bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Datos', 'Transformar', 'Insertar', 'Formato', 'Analizar', 'Marketing directo', 'Gráficos', 'Utilidades', and 'Ventana'. Below the menu is a toolbar with various icons. On the left, a tree view shows the project structure: 'Resultado' (containing 'Log'), 'Correlaciones' (containing 'Título', 'Notas', 'Conjunto de datos', and 'Correlaciones'). The main window shows the following content:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=Inventarios Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

Correlaciones

[Conjunto_de_datos0]
  
```

Below the text, a table titled 'Correlaciones' is displayed. A red arrow points to the first row of the table.

		Inventarios	Productividad
Inventarios	Correlación de Pearson	1	-,318
	Sig. (bilateral)		,313
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	-,318	1
	Sig. (bilateral)	,313	
	N	12	12

▪ **ANEXO 34. PRUEBA DE r PEARSON PARA LAS ESTRATEGIAS DE NIVEL (X₅) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS**

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics interface. The main window shows the output of a correlation analysis. The command window contains the following syntax:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=EstrategiaDeNivel Productividad
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
  
```

The output window displays the following table:

Correlaciones

[Conjunto_de_datos0]

		EstrategiaDe Nivel	Productividad
EstrategiaDeNivel	Correlación de Pearson	1	-,297
	Sig. (bilateral)		,348
	N	12	12
Productividad	Correlación de Pearson	-,297	1
	Sig. (bilateral)	,348	
	N	12	12

▪ ANEXO 35. PRUEBA DE X^2 PARA EL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN (X) Y PRODUCTIVIDAD (Y) – SOFTWARE SPSS STATISTICS 21

The screenshot displays the SPSS Statistics 21 interface with the following results:

Resumen del procesamiento de los casos

	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
	Plan Agregado de Producción * Productividad	26	100,0%	0	0,0%	26

Tabla de contingencia Plan Agregado de Producción * Productividad

			Productividad			Total
			En desacuerdo	No sé	De acuerdo	
Plan Agregado de Producción	En desacuerdo	Recuento	4	1	0	5
		Frecuencia esperada	1,3	2,9	,8	5,0
	No sé	Recuento	3	12	4	19
		Frecuencia esperada	5,1	11,0	2,9	19,0
	De acuerdo	Recuento	0	2	0	2
		Frecuencia esperada	,5	1,2	,3	2,0
Total	Recuento	7	15	4	26	
	Frecuencia esperada	7,0	15,0	4,0	26,0	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,069 ^a	4	,039
Razón de verosimilitudes	10,273	4	,036
Asociación lineal por lineal	4,708	1	,030
N de casos válidos	26		

a. 7 casillas (77,8%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es .31.

▪ **ANEXO 36. VALORES CRÍTICOS DE r CUANDO $p = 0$**

Para un contraste de una cola, el valor de α indicado en la parte superior de la tabla es dos veces el valor de α que se utiliza en el contraste de hipótesis.

α gl	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,988	0,997	1,000	1,000
2	0,900	0,950	0,980	0,990
3	0,805	0,878	0,934	0,959
4	0,729	0,811	0,882	0,917
5	0,669	0,754	0,833	0,874
6	0,662	0,707	0,789	0,834
7	0,582	0,666	0,750	0,798
8	0,549	0,632	0,716	0,765
9	0,521	0,602	0,685	0,735
10	0,497	0,576	0,658	0,708
11	0,476	0,553	0,634	0,684
12	0,458	0,532	0,612	0,661
13	0,441	0,514	0,592	0,641
14	0,426	0,497	0,574	0,623
15	0,412	0,482	0,558	0,606
16	0,400	0,468	0,542	0,590
17	0,389	0,456	0,528	0,575
18	0,378	0,444	0,516	0,561
19	0,369	0,433	0,503	0,549
20	0,360	0,423	0,492	0,537
25	0,323	0,381	0,445	0,487
30	0,296	0,349	0,409	0,449
35	0,275	0,325	0,381	0,418
40	0,257	0,304	0,358	0,393
45	0,243	0,288	0,338	0,372
50	0,231	0,273	0,322	0,354
60	0,211	0,250	0,295	0,325
70	0,195	0,232	0,274	0,302
80	0,183	0,217	0,256	0,282
90	0,173	0,205	0,242	0,267
100	0,164	0,195	0,230	0,254

Fuente: Tabla tomada de Johnson, Robert (1998, p.559). Estadística elemental.

▪ ANEXO 37. DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361