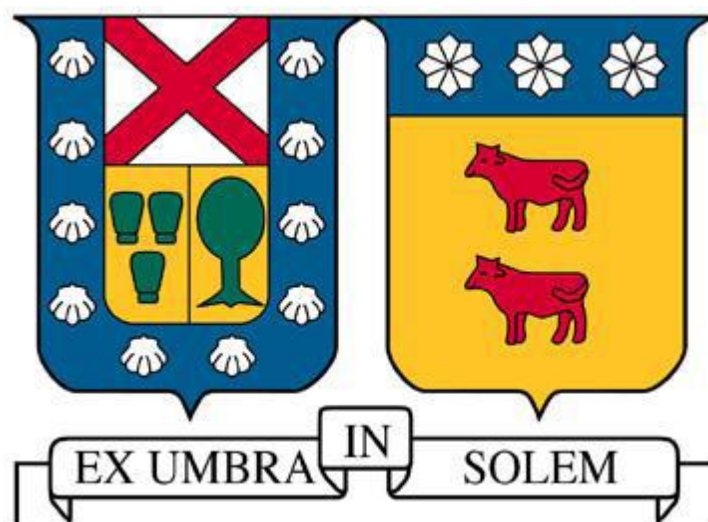


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS, ECONOMÍA Y NEGOCIOS
VALPARAÍSO - CHILE



Planificación de Personal aplicada al área de salones de la Administradora de Turismo Rosa Agustina Ltda.

NELSON FABIÁN HERNÁNDEZ FLORES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA
PROFESOR CORREFERENTE

: SR. FRANCISCO YURAZSECK E.
: SR. VÍCTOR ALBORNOZ S.

NOVIEMBRE 2014

i. AGRADECIMIENTOS

ii. Resumen ejecutivo

El presente trabajo muestra una planificación de personal, que se realiza con la intención de encontrar el número óptimo de Garzones que se debe contratar en cada período del año, para una empresa de turismo de la quinta región. Para esto, se formula un modelo de programación entera, que posteriormente se resuelve mediante el solver gurobi 6.0.0, que utiliza el lenguaje ampl.

El modelo se resuelve para 5 escenarios. Estos escenarios varían por la forma en la que se puede contratar garzones (ya sea libre, restringida o condicionadamente) en cada período y por la cantidad de clientes que debe atender cada garzón en un turno (40 o 50).

Los resultados muestran que mediante una planificación de personal ordenada se puede disminuir el costo total (sueldos y salarios) por cliente, en comparación con el año 2013, en un 17% aproximadamente para la empresa en cuestión.

Por otra parte, es posible mantener una capacidad de atención de clientes adecuada a la demanda para el área de salones del resort, evitando la sobrecarga laboral de los trabajadores.

Por último se realiza una comparación entre lo realizado desde marzo hasta agosto (2014) por la empresa, y lo que propone el mejor modelo de programación, en cuanto a costos y capacidad de atención de clientes en tal período.

iii. GLOSARIO

Garzón: Trabajador dedicado a la atención de público principalmente en el salón comedor. Tiene un uniforme de trabajo que lo distingue del resto de los trabajadores y sus principales funciones son: mantener aseado y ordenado el salón, montaje de salones y atención de clientes en horarios de comidas.

Garzón fijo: Se refiere al garzón que tiene contrato indefinido con la empresa. Tiene aproximadamente 6 días libres por mes (2 domingos, más un día por semana entre el lunes y el miércoles).

Garzón faenero: Se refiere al garzón que trabaja medio tiempo (principalmente estudiantes y jóvenes). Trabajan 4 días por semana, que son escogidos por el jefe del área, según las necesidades diarias.

Contratación libre: Bajo este estilo de contratación de garzones, es posible contratar y despedir todos los meses la cantidad de garzones que sea necesaria para satisfacer la demanda de cada período.

Contratación condicionada: Bajo este estilo de contratación, sólo se contrata garzones a medida que la demanda aumenta de un período al siguiente. Mientras que si la demanda disminuye, se mantiene el número de garzones del período anterior. El costo por despidos es el más bajo, sólo se realizan despidos (cambios de contrato) una vez por año.

Contratación restringida: Bajo este tipo de contratación, se debe mantener una cierta cantidad de garzones fija en dos períodos del año. El primer período va desde marzo a agosto, mientras que el segundo va desde septiembre a febrero del año siguiente.

Planificación de personal: Estructura de contratación y asignación de horarios para cierto grupo de trabajadores, determinada en respuesta al comportamiento de la demanda.

Programación entera: Tipo de programación matemática que incluye variables de tipo enteras. Se puede resolver mediante el método de ramificación y acotamiento.

Costo total por cliente: Se refiere al costo total (anual) en sueldos y salario dividido entre el total de clientes atendidos en el año. Sirve para comparar la propuesta con el método utilizado en años anteriores.

Capacidad de atención a clientes: Se refiere a la cantidad máxima de clientes que puede ser atendida en el salón, dependiendo exclusivamente

del número de garzones a disposición. Cada garzón puede atender a 50 clientes en su turno de trabajo.

Compensación laboral: Se da cuando la demanda de un período (un día) es menor a la capacidad de atención de clientes, de forma que se da la posibilidad de que un (os) garzón (es) que en la planificación original debía (n) trabajar en tal período, se tome (n) el día libre.

Turnos de trabajo: Es el horario que cumple un garzón en un día de trabajo normal. En este estudio se consideran 2 turnos de trabajo en un día, el primero que cubre la demanda del desayuno y almuerzo, mientras que el segundo cubre la demanda de la once y la cena.

Turnos extras: Se da cuando la capacidad de atención de personal es menor que la demanda requerida. Se refiere a la cantidad de garzones extras (sin contar a los que deben asistir debido a la planificación original) que se requiere para satisfacer la demanda del día.

Sobrecarga laboral: Se da cuando un garzón debe atender en un turno a más de la cantidad máxima de clientes que debería (>50 clientes por turno), cuando debe trabajar más de las horas correspondientes a su turno o cuando trabaja en sus días libres correspondientes. En general, se da cuando el número de turnos extras requeridos para el período es superior al número de compensaciones laborales posibles en el mismo. Se calcula de la siguiente manera:

$$SL = \frac{NTE - NC}{NTT}, \text{ Donde}$$

NTE: Número de turnos extras requeridos para el mes

NC: Número de compensaciones posibles en el mes

NTT: Número total de turnos asignados para el mes (incluye los turnos capaces de cubrir con la cantidad de garzones fijos y faeneros al inicio del mes, sin contar los turnos extras).

Horarios de trabajo: Está referido a la cantidad de horas que trabaja un garzón en su turno de trabajo. Corresponde a 8,5 horas por cada turno. El primero va desde las 7:30 hasta las 16:00 horas, mientras que el segundo comienza a las 15:00 horas hasta las 23:30 horas.

INDICE

I.	AGRADECIMIENTOS.....	2
II.	RESUMEN EJECUTIVO	3
III.	GLOSARIO.....	4
	INDICE.....	6
	INDICE DE ILUSTRACIONES.....	8
	INDICE DE TABLAS.....	8
1.	INTRODUCCIÓN	9
1.1	HISTORIA Y SERVICIOS OFRECIDOS	9
1.2	PERFIL DE CLIENTES DE ROSA AGUSTINA RESORT:	10
2.	PROBLEMÁTICA	12
3.	OBJETIVOS.....	15
4.	JUSTIFICACIÓN	16
5.	ALCANCE	17
6.	ANTECEDENTES	18
6.1	ANÁLISIS DE ENCUESTAS.....	18
6.2	ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL RESORT	20
6.3	DETERMINACIÓN DE LOS HORARIOS DE TRABAJO	20
6.4	ANÁLISIS DE COSTOS	20
6.5	ANÁLISIS SEMANAL DE LA DEMANDA	22
7.	MARCO TEÓRICO	25
7.1.	ESTADO DEL ARTE	25
7.1.1.	¿Cómo se planifica las necesidades de personal en empresas de servicios con demanda estacional?.....	25
7.2.	PRONÓSTICOS DE DEMANDA	27
7.3.	ANÁLISIS DEL ERROR	28
7.4.	ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN DE PERSONAL	29
7.5.	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PERSONAL PARA CADA PERÍODO	30
7.6.	MODELOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA	31
7.7.	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN.....	33
7.8.	USO DE AMPL.....	33
8.	METODOLOGÍA.....	36
8.1	PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR DESCOMPOSICIÓN	36
8.2	COMPARACIÓN ENTRE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA.....	41
8.3	MAD	42
8.4	SEÑAL DE RASTREO.....	43
8.5	MODELOS DE PROGRAMACIÓN	43
8.5.1	MODELO DE PROGRAMACIÓN N°1: CONTRATACIÓN LIBRE, B=50.....	44
8.5.2	MODELO DE PROGRAMACIÓN N°2: CONTRATACIÓN LIBRE, B=40	47
8.5.3	MODELO DE PROGRAMACIÓN N°3: CONTRATACIÓN RESTRINGIDA, B=50.....	48

8.5.4	MODELO DE PROGRAMACIÓN N°4: CONTRATACIÓN RESTRINGIDA, B=40.....	48
8.5.5	MODELO DE PROGRAMACIÓN N°5: CONTRATACIÓN CONDICIONADA, B=50.....	48
8.6	USO DE AMPL.....	49
8.7	ANÁLISIS DE PARÁMETROS	49
9.	RESULTADOS	51
9.1	MODELO 1.....	52
9.2	MODELO 2.....	53
9.3	MODELO 3.....	54
9.4	MODELO 4.....	55
9.5	MODELO 5.....	56
9.6	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE AGOSTO 2014	57
9.7	ANÁLISIS MENSUAL DE COSTOS PARA EL AÑO 2014	58
10.	CONCLUSIONES	59
11.	DISCUSIÓN	60
12.	REFERENCIAS.....	61
13.	ANEXOS.....	62
13.1	ANÁLISIS DE ENCUESTAS	62
13.2	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA LOS MESES DE OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DEL AÑO 2013	63
13.2.1	Octubre.....	63
13.2.2	Noviembre.....	64
13.2.3	Diciembre	65
13.3.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE MARZO 2014	66
13.4.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE ABRIL 2014.....	67
13.5.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE MAYO 2014.....	68
13.6.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE JUNIO 2014	69
13.7.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE JULIO 2014	70
13.8.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE AGOSTO 2014	71
13.9.	CÓDIGO DEL MODELO 1	72
13.10.	VARIACIONES DEL CÓDIGO PARA LOS MODELOS 2 A 5.....	79
13.11.	DEMOSTRACIÓN DE LA FÓRMULA NFNC	80
13.12.	MAPA DE ROSA AGUSTINA CONFERENCE	82
13.13.	LÍNEA DE TIEMPO CON LOS PRINCIPALES HITOS DE LA EMPRESA	83

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: CLIENTES ATENDIDOS DESDE EL AÑO 2011 (ELABORACIÓN PROPIA).....	12
ILUSTRACIÓN 2: COSTOS MENSUALES (EN \$) EN MANO DE OBRA PARA EL ÁREA DE SALONES (ELABORACIÓN PROPIA).....	13
ILUSTRACIÓN 3: PORCENTAJE DE COSTOS EN MANO DE OBRA PARA EL AÑO 2013 (ELABORACIÓN PROPIA)	14
ILUSTRACIÓN 4: EXTRACTO DE LA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES REALIZADA EN EL MES DE DICIEMBRE 2013 (FUENTE: DEPARTAMENTO DE MARKETING Y VENTAS)	18
ILUSTRACIÓN 5: RESULTADOS DE LA PREGUNTA, “¿CUÁL ES SU IMPRESIÓN ACERCA DEL SERVICIO ENTREGADO EN LOS SALONES POR EL PERSONAL DEL ÁREA?”, CORRESPONDIENTES A DICIEMBRE 2013 (ELABORACIÓN PROPIA).	19
ILUSTRACIÓN 6: RESULTADOS DE LA PREGUNTA, “¿CUÁL ES SU IMPRESIÓN ACERCA DEL ORDEN DEL SALÓN COMEDOR?”, CORRESPONDIENTES A DICIEMBRE 2013 (ELABORACIÓN PROPIA).	19
ILUSTRACIÓN 7: COMPORTAMIENTO SEMANAL DE LA DEMANDA (ELABORACIÓN PROPIA).....	23
ILUSTRACIÓN 8: DIFERENCIA DE CLIENTES ENTRE EL FIN DE SEMANA CON EL RESTO DE LA SEMANA (ELABORACIÓN PROPIA) ..	23
ILUSTRACIÓN 9: COMPORTAMIENTO SEMANAL DE LA DEMANDA PARA CADA MES (ELABORACIÓN PROPIA).....	24
ILUSTRACIÓN 10: FACTOR DE TENDENCIA DE LOS DATOS HISTÓRICOS (ELABORACIÓN PROPIA)	38
ILUSTRACIÓN 11: COMPARACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS CON LOS DATOS HISTÓRICOS (ELABORACIÓN PROPIA).....	41
ILUSTRACIÓN 12: ANÁLISIS DEL ERROR MEDIANTE EL MAD (ELABORACIÓN PROPIA)	42
ILUSTRACIÓN 13: ANÁLISIS DEL ERROR MEDIANTE LA SEÑAL DE RASTREO (ELABORACIÓN PROPIA)	43
ILUSTRACIÓN 14: RESULTADOS PARA EL MODELO 1.....	52
ILUSTRACIÓN 15: RESULTADOS PARA EL MODELO 2.....	53
ILUSTRACIÓN 16: RESULTADOS PARA EL MODELO 3.....	54
ILUSTRACIÓN 17: RESULTADOS PARA EL MODELO 4.....	55
ILUSTRACIÓN 18: RESULTADOS PARA EL MODELO 5.....	56
ILUSTRACIÓN 19: MAPA CON LAS PRINCIPALES INSTALACIONES DEL RESORT (ELABORACIÓN PROPIA DESDE GOOGLE MAPS)	82
ILUSTRACIÓN 20: LÍNEA DE TIEMPO DE ROSA AGUSTINA (ELABORACIÓN PROPIA)	83

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: SOBRECARGA LABORAL PARA LOS MESES FINALES DEL AÑO 2013 (ELABORACIÓN PROPIA).....	16
TABLA 2: COSTOS EN MANO DE OBRA PARA EL AÑO 2013 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	21
TABLA 3: COSTO DE LA PROPUESTA HEURÍSTICA PARA EL AÑO 2013 (ELABORACIÓN PROPIA).....	21
TABLA 4: COMPORTAMIENTO SEMANAL DE LA DEMANDA (ELABORACIÓN PROPIA).....	22
TABLA 5: COMPARACIÓN ENTRE LA CANTIDAD DE CLIENTES QUE LLEGA AL RESORT LOS FINES DE SEMANA CON RESPECTO AL RESTO DE LA SEMANA (ELABORACIÓN PROPIA)	22
TABLA 6: COMPORTAMIENTO SEMANAL DE LA DEMANDA PARA CADA MES (ELABORACIÓN PROPIA)	22
TABLA 7: SOLVERS DE AMPL (ELABORACIÓN PROPIA)	34
TABLA 8: DEMANDA HISTÓRICA MENSUAL ROSA AGUSTINA CONFERENCE (ELABORACIÓN PROPIA)	36
TABLA 9: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE ESTACIONALIDAD (ELABORACIÓN PROPIA)	37
TABLA 10: FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL (ELABORACIÓN PROPIA)	37
TABLA 11: FACTOR DE ESTACIONALIDAD AJUSTADO (ELABORACIÓN PROPIA).....	37
TABLA 12: FACTOR CÍCLICO MENSUAL (ELABORACIÓN PROPIA)	39
TABLA 13: RESULTADOS DE LOS PRONÓSTICOS MEDIANTE DESCOMPOSICIÓN (ELABORACIÓN PROPIA)	40
TABLA 14: ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MES DE AGOSTO (ELABORACIÓN PROPIA)	57
TABLA 15: COMPARACIÓN ENTRE COSTOS REALES Y COSTOS RESULTADO DEL MODELO 5	58

1. Introducción

1.1 Historia y Servicios ofrecidos

Rosa Agustina Resort nace en el año 1998 como un proyecto visionario y familiar que se concretó en la creación de un recinto de recreación por el día, destinado a dar satisfacción a quienes anhelaban una forma de turismo distinta, al aire libre y cerca de la naturaleza.

En el año 2007 se decide expandir las instalaciones, y luego de aprobado el proyecto por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, a mediados del año 2008, se comienza a construir una nueva versión de Rosa Agustina, ubicada a 2 cuadras del primero. El “Rosa Agustina conference” comienza a funcionar a mediados del 2010, bajo el mismo sistema “todo incluido” que había mostrado su antecesor.

A septiembre de 2014, Rosa Agustina conference cuenta con 225 habitaciones de nivel premium, un salón comedor con capacidad de 1000 personas (aproximadamente) y un total de 6000 m² aproximadamente, distribuidos en 32 salones de conferencia.

Rosa Agustina conference ofrece el sistema “all inclusive” en cada uno de sus paquetes. De manera general, hay 3 tipos de servicios principales, estos son: programas por el día, programas de hotelería y programas de seminarios. A continuación se detalla cada uno de ellos:

Servicios por el día:

- 1.- Día de campo: incluye desayuno, almuerzo y once.
- 2.- Almuerzo-once: incluye los servicios de almuerzo y once.
- 3.- Almuerzo: sólo incluye el servicio de almuerzo.
- 4.- Once: sólo incluye el servicio de once.
- 5.- Desayuno: sólo incluye el desayuno.
- 6.- Cena: sólo incluye la cena.

Cada uno de estos servicios incluye:

Bar abierto en bebidas, bar abierto en shop cristal hasta las 17:30 horas (sujeto a restricciones), consumo ilimitado de helados hasta las 17:30 horas, autoservicio de cafetería durante todo el día (café, té, té de hierbas), programa de actividades.

Se contempla el uso de las siguientes instalaciones: piscinas al aire libre y temperadas, sector para paseos por el día, camarines, juegos infantiles, juegos de salón, cancha multiuso, mesas de ping-pong, juegos de rana, taca-taca, mesa de pool, jardines, servicio de enfermería y otros, excluyendo los servicios con cargo adicional.

Servicios de hotelería:

- 1.- Habitaciones categoría suite.
- 2.- Habitaciones categoría superior.

Para ambos tipos de habitaciones se incluye los servicios de desayuno, almuerzo, once y cena para cada día contratado. Además incluye bar abierto en bebidas, cerveza, helados, más 2 tragos preparados al día, incluye el mini club (previa inscripción al llegar al resort), incluye servicios de lavandería (sólo se debe pagar el detergente), snack bar, abierto las 24 horas, actividades nocturnas (fiestas, teatro, cine, según temporada).

Se contempla el uso de las siguientes instalaciones: piscinas al aire libre y temperadas, sector para paseos por el día, camarines, juegos infantiles, juegos de salón, cancha multiuso, mesas de ping-pong, juegos de rana, taca-taca, mesa de pool, jardines, servicio de enfermería y otros, excluyendo los servicios con cargo adicional.

Servicios de convenciones:

- 1.- Salones con capacidad variable (dependiendo del tipo de montaje, hasta 1200 personas) para las conferencias, incluye coffee break y equipos según requerimientos. Estos salones se encuentran ubicados en el edificio de convenciones (Ver Anexo “Mapa de Rosa Agustina conference” en la sección 13.12).
- 2.- Eventos especiales: principalmente matrimonios.

Por otra parte, la empresa cuenta con aproximadamente 150 trabajadores en el área de operaciones en temporada baja, mientras que puede llegar a más de 200 personas en temporada alta, divididas en 18 áreas de operaciones. Estas 18 áreas de operaciones están bajo el mando del gerente de operaciones, que cuenta con un equipo de 4 jefes de operaciones (incluido el gerente), con la función de coordinar los eventos y las actividades que se desarrollan para el cliente diariamente en el resort.

1.2 Perfil de clientes de Rosa Agustina resort:

A partir de los tipos de servicios disponibles, es posible definir los tipos de clientes que llegan al resort, de tal forma que se puede hacer estudios de manera más eficiente.

En este sentido, la empresa segmenta a sus clientes en 3 tipos, que se diferencian entre sí por el tipo de servicio que han contratado.

Cliente 1: “cliente por el día”, se refiere a la persona que contrata servicios por el día, en cualquiera de sus tipos. Las principales características de estos clientes se relacionan con el comportamiento en el resort. Son clientes que no ocupan habitaciones ni salones de

conferencia, pueden moverse en grupos grandes (15 o más) como también pueden hacerlo en familias (5-10 personas), gustan de participar de las actividades del día, se ubican durante el día cerca del bar de Patio. La principal exigencia radica en el servicio de buffet y en el servicio dado en el bar de Patio.

Cliente 2: “hoteleros”, se refiere a los clientes que contratan servicios de habitaciones por 2 o más noches. Generalmente, no tienen mayores restricciones en el uso de los servicios ofrecidos por el resort. La principal característica de estos clientes es que se mantienen muy dispersos en las instalaciones, de forma que mientras algunos están en su habitación durmiendo una siesta, otros están en las piscinas exteriores o en las temperaturas, otros pueden estar explorando el resort, mientras que los últimos se encuentran en el lobby, compartiendo con sus pares, etc. Sólo se unen en los servicios del comedor o para actividades en específico. Generalmente se mueven en grupos pequeños.

Cliente 3: “Seminarios”, se refiere a los clientes que han contratado servicios de convenciones para hacer reuniones, talleres o actividades relacionadas con el trabajo en su empresa. Generalmente son grupos grandes (20, 50, 500 ò 600 personas), se mueven en masa. Pueden usar habitaciones (por una o más noches) o no hacerlo. Sus actividades del día en el resort están definidas con anterioridad, mientras que en sus ratos libres, se pueden comportar tanto como clientes 1 (participando de las actividades del día, ubicándose en las piscinas centrales, cerca del bar de Patio) o como clientes 2 (dispersándose por todas las instalaciones del resort). Las principales exigencias de este tipo de clientes se dan en los espacios y equipos solicitados para el trabajo grupal de la empresa.

Hay un cuarto tipo de cliente, el cliente interno de Rosa Agustina resort:

Cliente 4: “Cliente interno”, se refiere a los trabajadores de cada área de la empresa. Tienen labores destinadas diariamente, cumplen con turnos y horarios predefinidos. Sus principales exigencias son, el cumplimiento de sus horarios, el pago a tiempo de los salarios, espacio para almuerzos y cenas, el trato amable desde los superiores. Se encuentran dispersos por todo el resort, cumpliendo las labores definidas en cada área, están afectos a eventos especiales, por lo que cumplen optativamente con horarios extras. Sus principales preocupaciones son, la falta de personal, y los excesos de horarios extras. Aquí también se involucra a los proveedores de la empresa, que entregan sus productos y reciben un pago a cambio.

El estudio desarrollado se extiende para el gerente de operaciones. Se trata de un plan de mejoramiento del funcionamiento del área de operaciones, que particularmente se enfoca en una de las áreas, esta es, el área de salones, correspondiente al grupo de garzones que trabajan en el salón comedor del resort.

La intención de este estudio es entregar una forma de planificación a la gerencia de, que permita un mejor funcionamiento de la entrega de

servicios, de forma más clara y ordenada, desde el área de salones, que se pueda extender hacia las demás áreas de trabajo pertenecientes al área de operaciones.

2. Problemática

La ubicación y el servicio ofrecido hacen que el resort sea un lugar único en el sector de Olmué (catalogado como el mejor de la zona, según los clientes en <http://www.tripadvisor.cl>, el 76,7% de los viajeros nombran al resort como “excelente” o “muy bueno”, sobre una muestra de 193 opiniones). Las ventas han aumentado cada año (se espera un aumento de 48,98% de la demanda 2014 con respecto al año anterior), y con ello, los costos que implica la prestación del servicio en el resort. A continuación, se muestra un gráfico con la cantidad de clientes atendidos en el resort mensualmente, para los años 2011- 2012- 2013 -2014 (hasta agosto 2014).

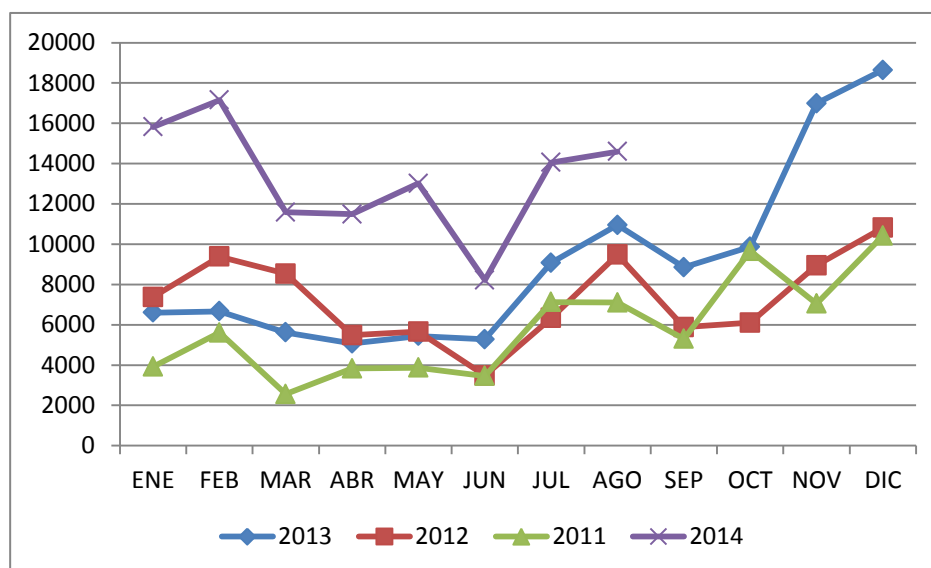


Ilustración 1: Clientes atendidos desde el año 2011 (Elaboración Propia)

En la ilustración 1 se puede ver el aumento que registra la cantidad de clientes atendidos desde enero del año 2011 hasta Agosto del año 2014. Este aumento comienza a manifestarse considerablemente a partir de Noviembre del año 2013 (aumenta un 89,9% con respecto al mismo mes del año anterior), debido a que recién en esta fecha el resort Rosa Agustina conference abre sus puertas completamente al cliente con la totalidad de sus instalaciones en funcionamiento. Ver anexo “Línea de tiempo con los principales hitos de la empresa”, en la sección 13.13.

Antes de eso, Rosa Agustina conference usaba sólo algunas de sus instalaciones para cubrir el resto de la demanda que Rosa Agustina club no alcanzaba a cubrir. Por ejemplo, mantenía el salón comedor en funcionamiento en el día, algunos salones de conferencia, o la cancha de futbolito para realizar actividades recreativas con los clientes (ver mapa del recinto en Anexo 13.12).

Por otra parte, el aumento proporcional de los costos en mano de obra (con respecto a la demanda) ha sido acompañado por una fuerte sobrecarga laboral (ver definición en glosario inicial), que llegó a casi un 70% en el mes de noviembre (ver anexo “Análisis de capacidad para los meses Octubre, Noviembre y Diciembre 2013”, en la sección 13.2) y en aumentos de hasta un 70% para el período que comienza en Enero 2013 y termina en Agosto 2014, en costos por bonificaciones correspondientes a turnos extras y horas extras (fuente: Departamento de Finanzas de la empresa).

Los costos de prestación de servicios se pueden dividir principalmente en 3 grandes grupos: costos de inventarios, costos de suministros básicos y costos por mano de obra. Los costos por inventarios están gestionados directamente por el área de Bodega de la empresa, que no es parte de este estudio. Los costos de suministros básicos se refieren a los costos de electricidad, gas licuado, agua potable y basureros, que son gestionados directamente con las empresas proveedoras y no han presentado problemas al respecto que deban gestionarse en este trabajo en particular.

Sin embargo, los costos por mano de obra son los que se trataran en este estudio, dado el aumento cercano al 70% (en bonos por horas y turnos extras) que se da desde el año 2013. Estos costos se pueden dividir en sueldos, horas extras y bonos, principalmente. A continuación se muestra un gráfico con los costos (en \$ pesos) mensuales correspondientes a sueldos y salarios (sin bonos) del área de salones del resort, para el año 2013, divididos en contratos por faena, contratos indefinidos y el total de ambos tipos de costos.

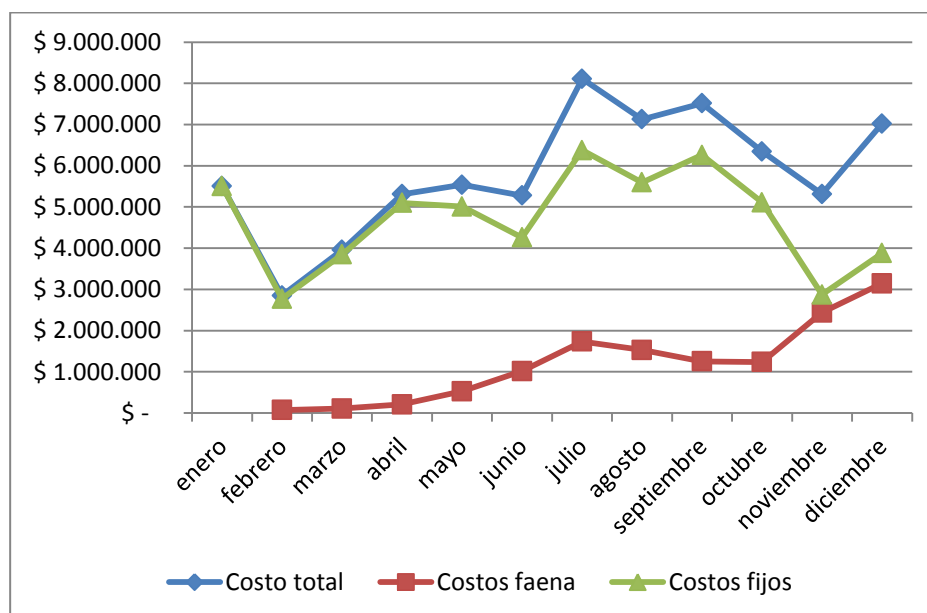


Ilustración 2: Costos mensuales (en \$) en mano de obra para el área de salones (Elaboración Propia)

En la ilustración 2 se puede apreciar que el principal aumento se da desde el mes de Febrero hasta llegar al mes de Julio, meses en los cuales la demanda disminuye considerablemente, tal y como se puede apreciar

en la ilustración 1. El aumento en los costos recién descrito lleva a tomar decisiones de despidos de personal que no se justifican con la demanda, dado que estos despidos se realizan justo en la época en que la demanda comienza a aumentar, desde el mes de Octubre en adelante, quedando con capacidad de atención de personal limitada para estos períodos, de forma que se opta por mantener a una cantidad limitada de garzones fijos (cercana a 7 trabajadores) y aumentando los costos del personal por faena en los siguientes períodos.

La ilustración 3 muestra la misma información a través de porcentajes de los costos totales en mano de obra. Acá se puede apreciar el aumento sostenido que ha tenido durante el 2013 el porcentaje de costos en salarios para garzones faeneros, mientras que el porcentaje de costos por contratos fijos disminuye.

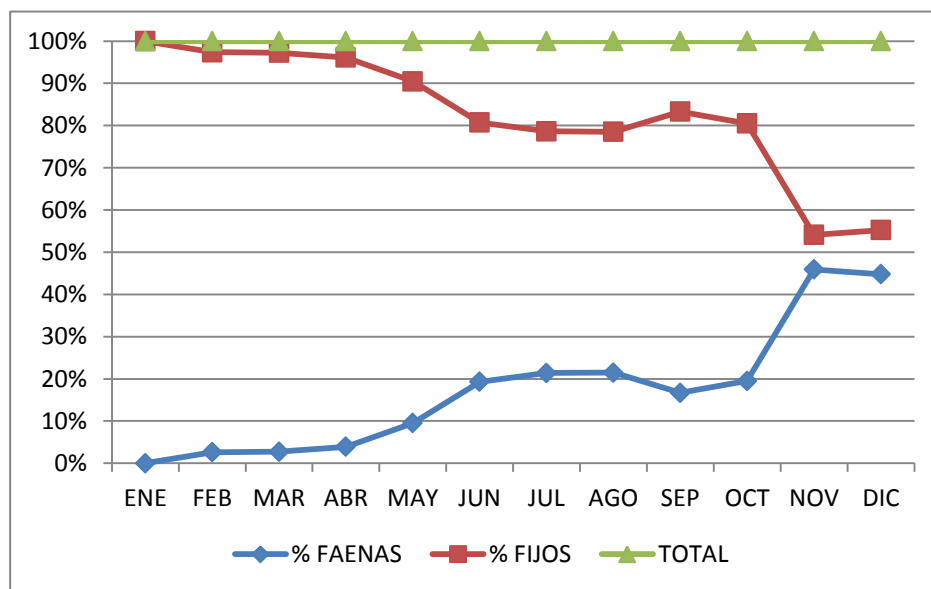


Ilustración 3: Porcentaje de costos en mano de obra para el año 2013 (Elaboración Propia)

Esta desincronización del área de operaciones (entre la demanda y las contrataciones) es la que desemboca en la problemática que se desarrollará a lo largo de esta memoria, y se relaciona directamente con las decisiones que se han tomado en el año 2013 respecto a las contrataciones y los despidos del personal que trabaja específicamente en el área de salones de Rosa Agustina conference.

La desincronización se da porque se realizan contrataciones en épocas de baja demanda y al ver el aumento de los costos, se procede a despedir personal, justo en la época del año en la que la demanda comienza nuevamente su aumento, quedando con menor capacidad de atención de clientes para los meses de mayor demanda. Esto produce a su vez, una sobrecarga laboral para los trabajadores que quedan, que se manifiesta en faltas en el trabajo, malos ánimos, ambiente laboral tenso, aumento en costos por horas extras y bonos de producción.

El problema se atacará realizando una planificación de personal que permita responder a las preguntas, ¿a cuántos garzones con contrato fijo

se debe contratar en cada período del año?, ¿Cuántos garzones con contrato por faena debe considerarse para cada período del año? y por último, ¿cuánto costará este plan de trabajo?

3. Objetivos

Objetivo general:

Realizar una planificación de personal para el período de 12 meses, considerando el área de salones, basada en la programación lineal entera, que permita establecer de forma precisa la cantidad de garzones con contrato fijo y por faena requeridos para cada época del año, de acuerdo a la capacidad del recinto y cumpliendo con la normativa legal vigente.

Objetivos específicos:

Realizar un diagnóstico de la situación actual con respecto al funcionamiento de las contrataciones y despidos de garzones para cada período del año.

Determinar el número de garzones con contrato fijo necesarios para satisfacer los requerimientos de la demanda para cada período del año, desde Marzo 2014 hasta Febrero 2015.

Determinar el número de garzones con contrato por faena necesarios para satisfacer la demanda de cada período.

Asignar a cada uno de los garzones con contrato fijo un horario mensual que esté acorde a la normativa legal vigente y a las necesidades de operación de la empresa.

Definir indicadores de gestión que permitan comparar el desempeño de la propuesta que se desarrolla a lo largo de esta memoria con los métodos utilizados en años anteriores.

Determinar el costo total de la propuesta, en pesos, y realizar una comparación con lo hecho en años anteriores mediante el ratio “Costo por cliente”.

Comparar la propuesta desarrollada con lo hecho en los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto en cuanto a la capacidad de atención de clientes.

4. Justificación

El estudio se realiza por la desincronización que se da en el año 2013 en cuanto a la disposición de personal fijo y por faena para satisfacer la demanda de cada período. Esto desemboca en una sobrecarga laboral que supera el 68% para el mes de Noviembre 2013 (ver definición de sobrecarga laboral en glosario inicial). A continuación, se muestra una tabla con el resumen de los tres meses finales del año 2013 en cuanto a sobrecarga laboral y al porcentaje de las veces que la demanda se pudo cubrir en el mes (sin realizar dobles turnos). Se toma en cuenta estos meses por la estacionalidad de la demanda y porque en estas fechas se abre la totalidad de las instalaciones al público (ver línea de tiempo en anexo 13.13).

Tabla 1: Sobrecarga laboral para los meses finales del año 2013 (Elaboración Propia)

MES	Sobrecarga Laboral	Índice de SL
Oct - 2013	Si	0,1757
Nov - 2013	Si	0,6816
Dic - 2013	Si	0,3491

El detalle diario para cada mes se puede ver en los Anexos 1, 2 y 3: “Análisis de capacidad cubierta para el mes de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2013”.

Por otra parte, se quiere disminuir los daños en la salud del trabajador producidos por el exceso de trabajo físico, que repercuten en el ambiente laboral, la productividad, y por ende, en los costos en mano de obra de la empresa (en promedio, para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2013, se tuvo una sobrecarga laboral de 195 turnos extras, equivalentes a 1657,5 horas de sobrecarga laboral. ver anexos de la sección 13.2).

En última instancia (con igual nivel de importancia), se quiere disminuir las coberturas de trabajos de algunas áreas por parte de otras áreas. Esto quiere decir que con este plan de trabajo se espera que ya no se requiera personal de otras áreas en el salón comedor, sino que los garzones serán personal especializado en su trabajo y para eso se contará con la cantidad necesaria de garzones para cada período del año.

Los beneficios para la empresa que se esperan al realizar el plan de trabajo, son los siguientes:

En primer lugar, una disminución en los costos por mano de obra, que se pueda manifestar a través de la disminución de las horas extras en los trabajadores. Esto significa que el trabajo planificado requiere de menos cantidad de horas extras y bonos de producción (es lo que se plantea en el estudio).

En segundo lugar, se espera una mejora en el ambiente laboral, dado que el trabajador puede conocer los días exactos que debe trabajar, los turnos que debe cumplir y sus días libres de cada mes.

En tercer lugar, se permitirá un mayor control sobre el personal de salones, por parte de los jefes de operaciones, dado que al aplicar la planificación de personal, es posible conocer de forma anticipada la cantidad exacta de garzones fijos y faeneros con la que se contará en cada período del año, en cada día y en cada turno de trabajo. Actualmente, los turnos de trabajo se realizan con el personal disponible, diariamente.

Por último, al mantener ordenadas las funciones que desarrolla cada trabajador en el día, en los horarios que corresponde, se puede aplicar capacitaciones de forma ordenada y con participación de todos los garzones. Esto se da porque el trabajador al salir de su puesto de trabajo, asiste a la capacitación pensando en el vacío que quedó en su área de trabajo, por lo que no se capacita eficazmente, sino que está desconcentrado durante la sesión.

5. Alcance

El estudio y trabajo a realizar abarca un área específica de Rosa Agustina conference, se trata del área de salones.

Consiste en un estudio de la principal bibliografía asociada a la planificación de personal con demanda estacional, que permite tomar los modelos planteados y extraer lo que se adecúe de mejor forma a las condiciones operacionales de Rosa Agustina conference, visto esto a través de las variables y parámetros propuestos en cada modelo de referencia.

A través de esto, se crea un modelo de programación entera que posteriormente se resuelve mediante el solver gurobi 6.0.0, que utiliza el lenguaje ampl.

6. Antecedentes

6.1 Análisis de Encuestas

El servicio entregado por Rosa Agustina resort ha sido evaluado por sus clientes, a través de encuestas realizadas en las habitaciones. La encuesta que se ha realizado desde el 2013, entrega algunos resultados que dan a conocer la visión del cliente con respecto al servicio.

La encuesta pide una evaluación (según la percepción del cliente) para cada una de las áreas de operaciones del resort. De esta manera, el cliente debe decidir si el servicio entregado es “muy bueno”, “bueno”, “regular” o “malo” (ver ilustración 4).

Rosa Agustina CONFERENCE

ENCUESTA INTERNA

SU OPINIÓN ES MUY VALIOSA!

Nombre: [Redacted] Fecha: 26/12.
Dirección: [Redacted] Ciudad: [Redacted]
Teléfono: [Redacted] N° Habitación: [Redacted]
Servicio Contratado: [Redacted] E-mail: [Redacted]
Edad: 16-30 ☐ 31-40 ☐ 41-50 ☐ + de 50 ☐ Sexo: M ☐ F ☐

¿Es primera vez que visita Rosa Agustina Conference? Si ☐ No ☐ ¿Cuántas veces? _____
¿Cómo se enteró de Rosa Agustina Conference? _____

SU IMPRESIÓN ACERCA DE:

SERVICIO	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	OBSERVACIONES
SERVICIO BUFFET:					
Atención del Personal	☐	☐	☐	☐	
Presentación Alimentos	☐	☐	☐	☐	
SERVICIO VENTAS:					
Proceso en Reserva	☐	☐	☐	☐	
Atención ejecutivo de ventas	☐	☐	☐	☐	
SERVICIO RECEPCIÓN:					
Atención Recepción	☐	☐	☐	☐	
COCINA:					
Calidad de los Alimentos	☐	☐	☐	☐	
Variedad de Alimentos	☐	☐	☐	☐	
TERRAZAS Y PATIOS:					
Atención del Personal	☐	☐	☐	☐	
Limpieza del Entorno	☐	☐	☐	☐	
ACTIVIDADES MONITORES:					
Organización	☐	☐	☐	☐	
Calidad de Actividades	☐	☐	☐	☐	
SALONES:					
Atención del Personal	☐	☐	☐	☐	
Limpieza y Orden Salones	☐	☐	☐	☐	

Ilustración 4: Extracto de la encuesta de satisfacción de clientes realizada en el mes de diciembre 2013 (Fuente: Departamento de Marketing y ventas)

A pesar de que la escala de evaluación está claramente desequilibrada al proponer 2 ítems para definir como bueno el servicio, 1 para definirlo como neutral y por último 1 para definirlo como malo, se entiende que

se puede utilizar los resultados para identificar cuál de los servicios es el peor evaluado (el problema con la escala de evaluación de la encuesta se hizo saber a la gerencia).

A continuación se muestra el resultado obtenido por algunas de las encuestas realizadas en el mes de diciembre del 2013, para el área considerada más crítica por parte de la gerencia (Ver detalles en Anexo “Análisis de encuestas” de la sección 13.1).

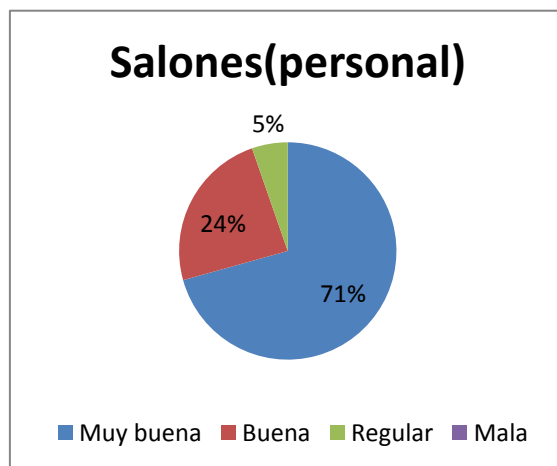


Ilustración 5: Resultados de la pregunta, “¿Cuál es su impresión acerca del servicio entregado en los salones por el personal del área?”, correspondientes a diciembre 2013 (Elaboración Propia).

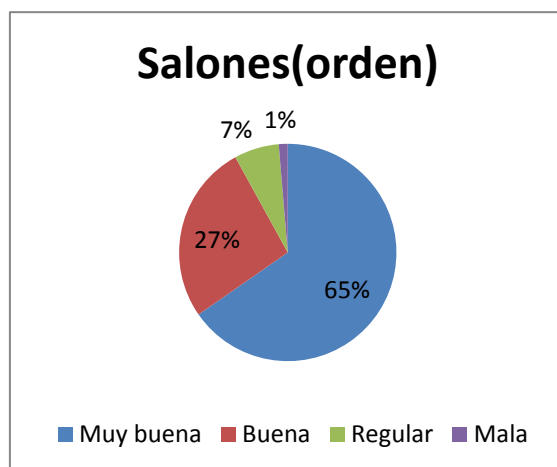


Ilustración 6: Resultados de la pregunta, “¿Cuál es su impresión acerca del orden del salón comedor?”, correspondientes a diciembre 2013 (Elaboración Propia).

En esta encuesta se hace notar que hay un 8% de los clientes encuestados que no están conformes con el orden del salón comedor. Mientras que un 5% de los clientes encuestados no están conformes con la atención de los garzones. Cabe rescatar que ningún cliente calificó como “mala” la atención dada por el personal del salón. En un día promedio de temporada alta, esto corresponde a entre 25-40 clientes no conformes completamente con el servicio. Este dato, complementa el hecho de que se contrate personal fijo y por faena de forma descoordinada en esta área de trabajo. Por esta razón (y además porque

los garzones trabajan en directo contacto con el cliente), es que el área “Salones” es considerada crítica por la alta gerencia.

6.2 Análisis de Capacidad del resort

Los lugares más concurridos por los distintos tipos de clientes del resort, que han presentado problemas en el funcionamiento, son los siguientes:

- 1.- Lobby: con capacidad para aproximadamente 500 personas.
- 2.- Edificio de conferencias: capacidad de hasta 4000 personas, entre 32 salones (6000 m²)
- 3.- Salón comedor: con capacidad para 1000 personas aproximadamente.
- 4.- Patios y terrazas: capacidad para 700 personas.
- 5.- Cancha de fútbol: capacidad cercana a las 1000 personas.

Ver Anexo “Mapa de Rosa Agustina Conference” en la sección 13.12.

6.3 Determinación de los horarios de trabajo

A octubre de 2014, la contratación de garzones se realiza de forma intuitiva, es decir, no hay una forma clara de saber con cuántos garzones se contará en cada período del año. Por otra parte, los horarios de trabajo, los turnos y los días libres de cada garzón se van acomodando a la demanda diaria, también de forma intuitiva. La persona responsable por estas decisiones es el jefe del área de garzones.

6.4 Análisis de costos

En este análisis se muestra los ahorros monetarios posibles que se pueden lograr mediante una planificación de personal.

A continuación se muestra el costo anual en mano de obra (con las condiciones de trabajo establecidas en el 2013) del área de garzones, correspondientes al año 2013, y desglosados entre los costos correspondientes a los contratos fijos y los costos correspondientes a los contratos por faena:

Tabla 2: Costos en mano de obra para el año 2013 (Fuente: Elaboración Propia)

Rosa Agustina Conference 2013						
MES	Costos fijos	Costos faena	Costo total	Nº faenas	Nº fijos	total
ENE	\$ 5.508.379	\$ -	\$ 5.508.379	0	20	20
FEB	\$ 2.773.726	\$ 74.520	\$ 2.848.246	1	8	9
MAR	\$ 3.849.188	\$ 108.540	\$ 3.957.728	1	13	14
ABR	\$ 5.100.213	\$ 207.100	\$ 5.307.313	3	15	18
MAY	\$ 5.010.108	\$ 528.618	\$ 5.538.726	5	15	20
JUN	\$ 4.260.263	\$ 1.018.170	\$ 5.278.433	9	14	23
JUL	\$ 6.375.611	\$ 1.733.449	\$ 8.109.060	13	17	30
AGO	\$ 5.597.456	\$ 1.529.886	\$ 7.127.342	13	15	28
SEP	\$ 6.259.750	\$ 1.254.274	\$ 7.514.024	11	15	26
OCT	\$ 5.108.823	\$ 1.237.392	\$ 6.346.215	8	14	22
NOV	\$ 2.873.821	\$ 2.439.055	\$ 5.312.876	13	7	20
DIC	\$ 3.878.184	\$ 3.143.144	\$ 7.021.328	26	8	34
TOTAL	\$ 56.595.522	\$ 13.274.148	\$ 69.869.670			

La columna “Nº faenas” indica el número exacto de garzones por faena que trabajaron en cada mes del 2013, mientras que la columna “Nº fijo” muestra su símil para los garzones con contratos fijos.

A partir de estos datos es posible establecer de manera heurística, un nuevo ordenamiento de la cantidad de garzones “fijos” y “por faena” para cada período (pero manteniendo el nº total de garzones por período), que pueda disminuir los costes totales por mano de obra. A continuación se muestran los resultados:

Tabla 3: Costo de la propuesta heurística para el año 2013 (Elaboración Propia)

MES	Fijos	Costo	Faena	Costo	Costo total
ENE	12	\$ 3.305.027,4	8	\$ 596.160,0	\$ 3.901.187,4
FEB	12	\$ 4.160.589,0	2	\$ 149.040,0	\$ 4.309.629,0
MAR	7	\$ 2.072.639,7	7	\$ 759.780,0	\$ 2.832.419,7
ABR	7	\$ 2.380.099,4	11	\$ 759.366,7	\$ 3.139.466,1
MAY	7	\$ 2.338.050,4	13	\$ 1.374.406,8	\$ 3.712.457,2
JUN	7	\$ 2.130.131,5	16	\$ 1.810.080,0	\$ 3.940.211,5
JUL	7	\$ 2.625.251,6	23	\$ 3.066.871,3	\$ 5.692.122,9
AGO	7	\$ 2.612.146,1	21	\$ 2.471.354,3	\$ 5.083.500,4
SEP	7	\$ 2.921.216,7	19	\$ 2.166.473,3	\$ 5.087.689,9
OCT	12	\$ 4.378.991,1	10	\$ 1.546.740,0	\$ 5.925.731,1
NOV	12	\$ 4.926.550,3	8	\$ 1.500.956,9	\$ 6.427.507,2
DIC	12	\$ 5.817.276,0	22	\$ 2.659.583,4	\$ 8.476.859,4
		\$ 39.667.969,2		\$ 18.860.812,7	\$ 58.528.781,9

Estos resultados se obtienen manteniendo el costo promedio mensual por garzón fijo para cada período, y el costo promedio mensual para cada garzón por faena. Luego, la columna correspondiente al “costo” se obtiene multiplicando el nº de garzones propuesto para cada mes, por el promedio mensual obtenido anteriormente. Con este nuevo ordenamiento se obtiene una diferencia de 16% en los costos totales para el año 2013.

6.5 Análisis semanal de la demanda

A continuación, se realiza un análisis semanal de la demanda, con el objetivo de determinar la proporción de clientes que llega al resort en cada día de la semana con respecto al total semanal. Esto, para cada año (desde el 2011). La demanda ha aumentado desde el 2011 al presente, sin embargo, su comportamiento semanal se ha mantenido aproximadamente constante en el tiempo, tal y como se puede ver a continuación:

Tabla 4: Comportamiento semanal de la demanda (Elaboración Propia)

	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Histórica	7,04%	8,58%	9,80%	13,06%	20,72%	25,48%	15,32%
desde2012	6,65%	8,16%	9,78%	13,40%	20,45%	26,04%	15,53%
desde2013	6,16%	7,92%	9,36%	12,66%	20,02%	27,54%	16,34%
solo2011	8,77%	10,44%	9,90%	11,60%	21,89%	23,01%	14,39%
solo2012	7,87%	8,73%	10,80%	15,23%	21,52%	22,32%	13,52%
solo2013	6,03%	8,08%	9,88%	13,84%	22,03%	26,07%	14,06%
solo2014	6,27%	7,77%	8,86%	11,53%	18,10%	28,95%	18,52%

Tabla 5: Comparación entre la cantidad de clientes que llega al resort los fines de semana con respecto al resto de la semana (Elaboración Propia)

	LUN-MIE	JUE-DOM
Histórica	25,42%	74,58%
desde2012	24,58%	75,42%
desde2013	23,44%	76,56%
solo2011	19,21%	70,89%
solo2012	27,40%	72,60%
solo2013	24,00%	76,00%
solo2014	22,91%	77,09%

Tabla 6: Comportamiento semanal de la demanda para cada mes (Elaboración Propia)

	LUN - MIE	JUE - DOM
ENE	30,00%	70,00%
FEB	35,29%	64,71%
MAR	25,39%	74,61%
ABR	21,63%	78,37%
MAY	23,76%	76,24%
JUN	14,67%	85,33%
JUL	30,05%	69,95%
AGO	24,86%	75,14%
SEP	27,94%	72,06%
OCT	22,05%	77,95%
NOV	17,68%	82,32%
DIC	27,27%	72,73%
PROMEDIOS	25,05%	74,95%

Gráficamente, se puede apreciar el comportamiento semanal para cada año (ilustración 7), y la diferencia anual que se produce entre la cantidad

de clientes que asisten al resort en los días lunes, martes y miércoles (días en los que un garzón fijo tiene su día libre), en comparación con la cantidad de clientes que asisten los fines de semana (jueves a domingo) (ilustración 8).

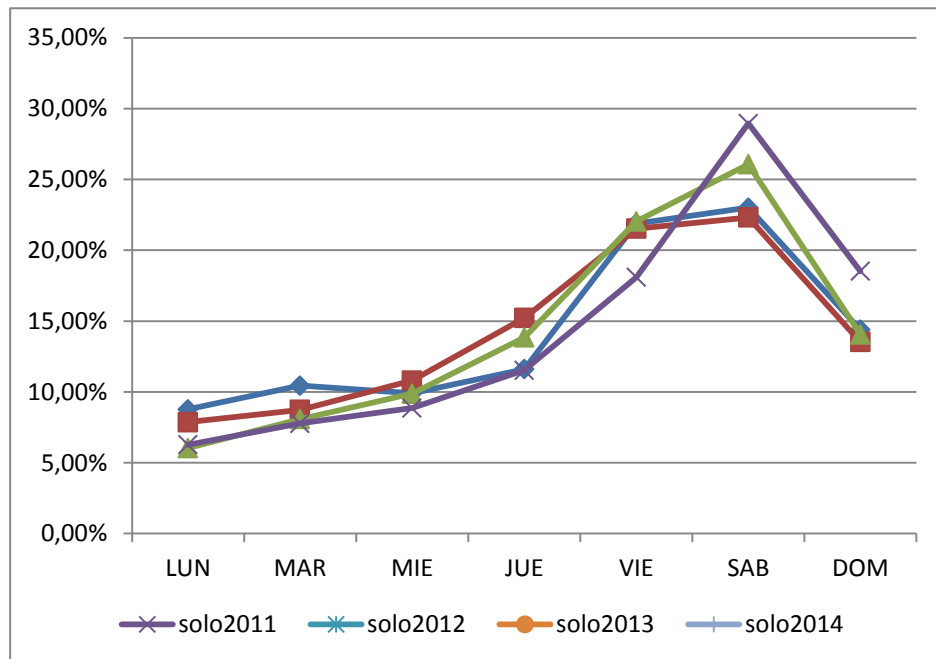


Ilustración 7: Comportamiento semanal de la demanda (Elaboración Propia)

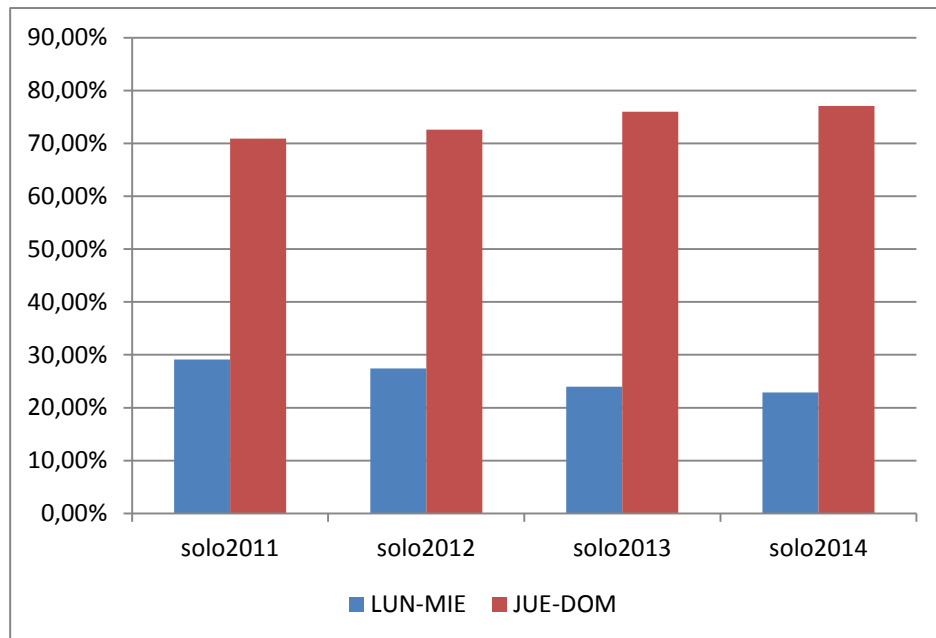


Ilustración 8: Diferencia de clientes entre el fin de semana con el resto de la semana (Elaboración Propia)

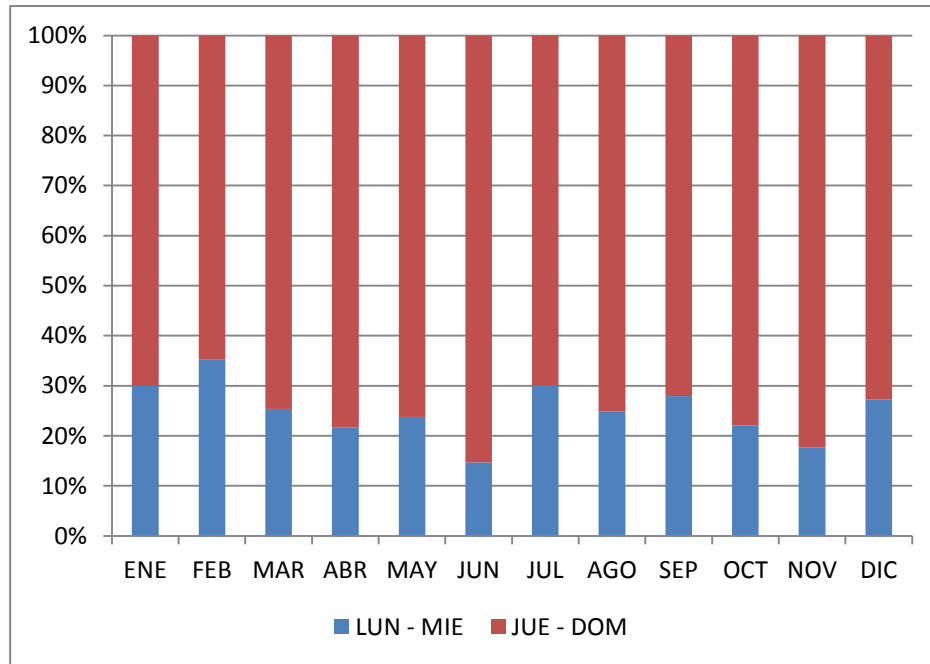


Ilustración 9: Comportamiento semanal de la demanda para cada mes (Elaboración Propia)

Con esto, es posible concluir que la demanda mantiene su comportamiento semanal para cada período del año, llegando a atender en los fines de semana a un 75% aproximadamente del total semanal de clientes.

Este dato es completamente relevante para determinar el número de garzones con contrato por faena requerido para cada período del año. A partir de este dato, se determinará el número de garzones faeneros necesarios en cada período del año.

7. Marco teórico

El análisis de costos realizado pone en evidencia la gran oportunidad de ahorro que no ha sido aprovechada por la empresa. La heurística realizada en tal análisis se puede optimizar realizando un modelo de programación que encuentre el costo mínimo asociado a alguna propuesta de contratación anual.

7.1. ESTADO DEL ARTE

7.1.1. ¿Cómo se planifica las necesidades de personal en empresas de servicios con demanda estacional?

Ante la estacionalidad de la demanda, es necesario adecuar el número de trabajadores de forma periódica, es decir, variar el número de contratos en distintos períodos del año (semanas, meses, etc.). Uno de los términos relevantes en la bibliografía es la flexibilidad, definida como la “habilidad para responder con rapidez y facilidad a los cambios en las condiciones del mercado” (Corominas, 2002).

Corominas y Pastor, en el año 2000 plantearon un método de 3 pasos que logra cumplir con la demanda estacional de una empresa de servicios de forma flexible, con un modelo que si bien no puede extenderse a cualquier empresa del rubro, puede adaptarse con la adecuada modificación de algunos parámetros.

Este modelo se basa en 3 fases, que se denominan:

- 1) Planificación
- 2) Programación de horarios
- 3) Asignación de tareas

El objetivo de la primera fase es encontrar el número de horas de cada trabajador en cada período de tiempo (semana, mes, etc.). La segunda fase, busca encontrar los horarios de presencia en la estación de trabajo de cada trabajador, mientras que la tercera fase del método busca establecer qué tareas le corresponde a cada trabajador en cada momento.

El método que se plantea permite la realización de instrumentos informáticos basados en paquetes de software de libre circulación, que solucionan la mayoría de las situaciones que se pueden presentar en la empresa de servicios, realizando algunas adaptaciones en el esquema del método.

En Corominas (2002) se utiliza el término anualización de la jornada laboral, para describir un método de planificación basado en la adaptación de la capacidad a la demanda, que evita que una proporción de la capacidad potencial se pierda porque no coincide temporalmente

con la demanda. Este tipo de metodologías es flexible a la demanda y se hace útil para hacer frente a demandas con estacionalidad marcada.

En un principio, las principales dificultades de la anualización se dan en la implantación, dado que su aplicación implica un empeoramiento de las condiciones laborales y por lo tanto requiere compensaciones (por ejemplo, al suprimir las horas extras). Además, es posible que el personal no pueda adecuarse a los nuevos horarios, teniendo problemas de adaptación.

En la misma bibliografía (Corominas 2002), se identifica un criterio de clasificación de los distintos tipos de problemas asociados a la planificación de personal. Los principales aspectos a identificar son los siguientes:

- 1.- Naturaleza del producto: si es almacenable o no.
- 2.- Tipo de proceso productivo: si requiere a todo el personal trabajando de forma simultánea, o la cantidad de personal varía de acuerdo a la demanda.
- 3.- Contratación de personal de medio tiempo: si es que se da o no esta posibilidad.
- 4.- Polivalencia del personal: si es que el personal realiza sólo un tipo de tarea, o puede realizar varios tipos de tareas en distintos turnos de trabajo.
- 5.- Normativa sobre la regulación de horas extras.
- 6.- Restricciones que debe respetar la solución: requerimientos mínimos de servicio al cliente, número mínimo y máximo de horas en el período.
- 7.- Criterios de evaluación de las soluciones: generalmente se utiliza el criterio de los costos para identificar las mejores soluciones. Estos costos pueden estar divididos entre varias otras categorías (horas extras, personal temporal, ventas perdidas por no cubrir la demanda, etc.). Otros criterios pueden estar relacionados con la homogeneidad de los horarios para el personal, o alguna combinación de ambos.

Al resolver el problema, la solución debe entregar la planificación anual, la programación de horarios y la asignación de tareas descritas anteriormente.

Por otra parte, en Ojeda 2006, se utiliza una clasificación en 4 problemas de organización del tiempo de trabajo, estos son:

- 1.- Dimensionado de plantillas con patrones prefijados: acá se cuenta con la presencia deseada del personal y se establece una lista de patrones de trabajo con un costo asociado para cada uno. Se determina entonces, la cantidad de trabajadores asignados a cada patrón.
- 2.- Asignación individualizada de patrones prefijados: acá se conoce la cantidad exacta de trabajadores disponibles para cada período. Se trata de determinar a qué persona concreta se le asigna cada patrón. Se puede tomar en cuenta la preferencia de la persona por cada patrón.
- 3.- Asignación de patrones, con patrones definidos implícitamente: se da cuando la cantidad de patrones admisibles es demasiado larga para describirla explícitamente, por lo que se definen condiciones para asignar un patrón a un trabajador o alguna categoría.
- 4.- Determinación de patrones que reúnen determinadas condiciones: determinar los calendarios de trabajo en un sistema de turnos rotativos. Debe haber un cierto número de equipos en cada período y el calendario de trabajo debe respetar un cierto número de condiciones.

Dada esta clasificación, en la presente memoria se resolverá el tipo de problema número 1.

En la misma bibliografía, para dimensionar el tamaño de la plantilla de trabajadores, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1.- Pronosticar período a período la demanda
- 2.- Convertir los pronósticos de demanda en requisitos mínimos de personal para cada período.
- 3.- Determinar el conjunto de horarios permitidos
- 4.- Determinar la cantidad de trabajadores que deben cumplir cada horario en cada período.

7.2. Pronósticos de demanda

En una empresa de servicios, el pronóstico de demanda permite saber de manera aproximada cuántos clientes se deberán atender en períodos futuros. Este es el primer paso para una buena planificación de personal.

El proceso para determinar un buen pronóstico de demanda, parte por la selección de un método de pronóstico, luego se implementa el método y finalmente se evalúa.

Los principales métodos son: cualitativos, series de tiempo, relaciones causales y simulaciones (Chase y Aquilano, 2001).

Métodos cualitativos: se realizan en base a opiniones y juicios. Incluyen técnicas acumulativas, investigación de mercados, grupos de consenso, analogía histórica o el método Delphi.

Relaciones causales: se basan en datos históricos y buscan explicar el comportamiento de la demanda relacionándola con algunas variables explicativas. Entre los más comunes destacan los modelos de regresión, modelos econométricos, métodos de encuestas de intención de compra y modelos de insumo-producto.

Modelos de series de tiempo: una serie de tiempo se refiere a una variable que es medida en intervalos de tiempo uniformemente espaciados, con el objetivo de identificar patrones de comportamiento. Los principales componentes de una serie de tiempo son la estacionalidad, la ciclicidad y la tendencia (además se le agrega una componente no sistemática). Muy usados son las medias móviles, alisamiento exponencial y finalmente, tenemos el método de descomposición.

Este último método nombrado (descomposición) sirve principalmente para pronosticar demandas que mantienen un factor de estacionalidad muy marcado en su comportamiento. El método consiste en encontrar y aislar los elementos de tendencia, estacionalidad y ciclicidad de la demanda, y luego pronosticar la demanda utilizando cada uno de estos componentes, que se relacionan de la siguiente manera:

$$D = E * T * C + u \quad (1)$$

Donde,

D: demanda pronosticada

E: factor de estacionalidad

T: tendencia de la serie

C: componente cíclico

u: variación no sistemática

El método se describe en detalle en la sección 8.1, ya que es el que se usa para este estudio.

7.3. Análisis del error

Cuando se tiene 2 o más pronósticos de demanda, se hace necesario establecer un criterio de comparación que ayude a decidir con cuál se trabajará. Para modelos de regresión lineal, existen algunas pruebas para establecer el tipo de error de cada pronóstico, por ejemplo, el test de Shapiro Wilk, que ayuda a comprobar la normalidad del error en los pronósticos.

Para este caso, se utilizará 2 herramientas, la desviación absoluta media (MAD) y la señal de rastreo (Chase Aquilano, 2001).

Desviación absoluta media (MAD): esta herramienta ayuda a cuantificar el error promedio en los pronósticos, utilizando valores absolutos en su cálculo. De esta forma, la desviación absoluta media entrega la magnitud del error en los pronósticos. Se calcula de la siguiente manera:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - P_t|}{n} \quad \text{donde,}$$

D_t : Demanda real del período t

P_t : Pronóstico de la demanda para el período t

n: N° de períodos

De esta manera, el pronóstico que tenga menor desviación absoluta media será el escogido.

Señal de rastreo: esta herramienta sirve para evaluar la efectividad de los pronósticos, tomando en cuenta la naturaleza del error, es decir, cuando la demanda está por sobre el pronóstico, la señal de rastreo es positiva, mientras que en el caso contrario, la señal de rastreo es negativa.

Se calcula de la siguiente forma:

$$SR = (\sum_{t=1}^n D_t - P_t) / MAD \quad \text{donde,}$$

D_t : Demanda real del período t

P_t : Pronóstico de la demanda para el período t

n: N° de períodos

MAD: desviación absoluta media.

De esta manera, lo importante al analizar la señal de rastreo gráficamente, es que no se encuentre tendencia alguna, sino que los datos deben ser aleatorios.

7.4. Estrategias de Planificación de personal

La planificación del personal de trabajo se refiere a la programación de la producción diaria en la empresa. Para una empresa de servicios, se refiere a la cantidad de personal con la que se cuenta en cada período en un horizonte de evaluación generalmente de mediano plazo (3-18 meses). Una programación de personal permite cumplir con los requerimientos del cliente, al menor costo posible.

En una empresa manufacturera, se definen el índice de producción (n° de unidades producidas por unidad de tiempo), el nivel de fuerza de trabajo (n° de trabajadores necesarios para la producción) y el nivel de inventario (es la cantidad de producto no utilizado en el período anterior).

En una empresa de servicios, no existe el nivel de inventario. El índice de producción se puede definir como el número de clientes que es capaz de atender un trabajador en su turno, mientras que el nivel de fuerza de trabajo se refiere a la cantidad de trabajadores por período (Chase Aquilano, 2001).

Existen 3 principales estrategias de programación para una empresa de servicios:

- 1.- Cantidad de trabajadores exacta para cada período y variable durante el año: esta estrategia consiste en contratar y despedir empleados conforme al comportamiento de la demanda en cada período.
- 2.- Cantidad de trabajadores fija y programación de tareas: mantener la misma cantidad de trabajadores contratados en todo el horizonte de planificación, cubriendo los períodos de baja demanda con tareas adicionales (por ejemplo, aseo del recinto), y cubriendo los períodos de alta demanda con trabajadores part-time.
- 3.- Subcontratar: esta estrategia dicta subcontratar a todo el personal (excepto al administrativo) del área a programar.

En este sentido, la estrategia que mejor se acomoda a las condiciones de funcionamiento del salón de Rosa Agustina es la número 2, dado que no es posible contratar y despedir libremente el personal del área (descartando la estrategia 1) sino que se hacen contratos por lo menos de 6 meses, y además, no se optaría por subcontratar una de las tareas que pertenecen al giro principal del negocio del resort.

En este sentido, se busca cubrir la demanda promedio mensual con personal con contrato fijo, mientras que el resto de la demanda, se cubre con personal con contrato por faena. A continuación se detalla esta estrategia.

7.5. Determinación de la cantidad de personal para cada período

La cantidad de personal fijo para cada período se determina a través del promedio mensual de clientes y se representa mediante la variable " G_t ". Es decir, se toma el pronóstico del mes y luego se divide por el número de días que tiene el mes (parámetro Nd_t), luego, este valor se divide por el parámetro " b " (clientes que debe atender un garzón).

Este número de garzones con contrato fijo debe considerar sus días libres en el mes, por lo tanto se define la variable NFC_t como el

número de garzones con contrato por faena que cubren a los garzones fijos en sus días libres correspondientes, para que no se vea disminuida la capacidad de atención de clientes del garzón con contrato fijo, en relación al promedio rescatado anteriormente.

Ahora se tiene la cantidad de garzones con contrato fijo necesarios para el período. Falta determinar la cantidad de personal por faena necesario.

Para determinar el número de garzones con contrato por faena necesarios para cubrir la demanda del período, es necesario recordar la conclusión obtenida en la sección 6.5 “Análisis semanal de la demanda”, de la que se puede extraer que en los días jueves, viernes, sábado y domingo se atiende a un 75% aproximado de la demanda semanal. Con este dato, es posible entender la necesidad de personal con contrato por faena, como la cantidad que se necesita para completar el 75% de los garzones en los días jueves, viernes, sábado y domingo (no olvidar que el personal faenero trabaja 4 días por semana, que son de preferencia los días jueves, viernes, sábado y domingo, porque en estos días la demanda es mayor que en el resto de la semana).

Por otra parte, hay que considerar que los modelos que están por describirse cuentan con una cantidad de garzones faeneros que cumplen la función de cubrir al personal fijo en sus días libres. Estos faeneros se llaman “faeneros considerados en el modelo” y se representan mediante la variable “NFC_t”.

De esta manera, se debe determinar el número de faeneros que no están considerados en el modelo y que puedan llegar a cumplir con la regla del 75% de la cantidad de garzones en los días jueves, viernes, sábado y domingo. Estos faeneros se representan mediante la variable “NFNC_t” y se calculan de la siguiente manera:

$$NFNC_t = \frac{1}{4} * [G_t * (2,5 - \frac{1,9}{Nd1_t})]$$

Donde,

NFNC_t: Número de faeneros no considerados en el modelo, para el período t.

G_t: Número de faeneros con contrato fijo para el período t.

Nd1_t: Número de días jueves, viernes, sábados y domingos que hay en el mes t.

Ver anexo 10: “Demostración de la fórmula NFNC”.

7.6. Modelos de programación matemática

Un modelo de programación matemática sirve para resolver un problema real de forma algebraica, mediante iteraciones sobre algunas variables. Contiene los siguientes elementos básicos: conjuntos, parámetros,

variables, restricciones y por último, la función objetivo. El funcionamiento del modelo de resolución permite llegar a un valor óptimo en las variables que permite minimizar o maximizar la función objetivo, cumpliendo con las restricciones planteadas por las condiciones del problema real.

Un modelo de programación se puede plantear de la siguiente manera,

Conjuntos: A, B,..., Z (ejemplo: conjunto de meses del año $T = \{\text{enero, febrero, ..., diciembre}\}$).

Parámetros: a, b, c,..., z (ejemplo: número de días del mes t, sueldo de un trabajador, se refiere a valores fijos). Puede tomar valores enteros o caracteres.

Variables: x_t, y_t (ejemplo: x_i = número de días que debe trabajar el trabajador i en el mes) son las variables de decisión del problema.

Restricciones: son expresiones que limitan a las variables (ejemplo: $x_i \geq 15$)

Función Objetivo: es la expresión que se busca minimizar o maximizar (por lo general se usa expresiones sobre costos, pero depende del problema a resolver)

De manera general, se puede expresar de la siguiente forma:

Maximizar o minimizar (función objetivo):

$$\text{MAX o MIN } (z) = f(x) = \sum_{i=1}^n x_i * c_i \quad (1)$$

Sujeto a (restricciones):

$$\sum_{i=1}^n x_i \geq b_i \quad (2)$$

$$x_i \geq 0, \forall i \in T \quad (3)$$

Con $n > 0$.

En este caso tenemos el conjunto $T = \{1, \dots, n\}$, los parámetros $c_i = c_1, c_2, \dots, c_n$, las variables $x_i = x_1, x_2, \dots, x_n$, la función objetivo (1) y las restricciones (2) y (3).

Se habla de modelos de programación lineal cuando la función objetivo y cada una de las restricciones son lineales, mientras que al considerar una función objetivo o alguna de las restricciones de forma no lineal, pasa a llamarse programación no lineal. Además, dependiendo del tipo

de variables, se puede hablar de programación entera o entera mixta (para variables enteras y reales).

Por otra parte, dependiendo del tipo de problema, se puede resolver encontrando soluciones factibles u óptimas o ambas. Se habla de soluciones óptimas cuando se encuentra el mejor valor posible de las variables que entregan el mejor valor de la función objetivo (ya sea el mayor o el menor posible, según se quiera minimizar o maximizar). Se habla de soluciones factibles cuando las variables cumplen con todas las restricciones, pero la función objetivo se puede mejorar. El resultado buscado es una solución factible y además óptima. El tipo de solución al que se llega, depende de las condiciones de cada problema de programación.

7.7. Resolución de problemas de programación

Los problemas de programación matemática se resuelven de distinta manera, para los distintos tipos. Algunos problemas lineales se pueden resolver mediante métodos gráficos o simplex, mientras que algunos de programación entera se pueden resolver por el esquema de ramificación y acotamiento y problemas no lineales se pueden resolver mediante el método de Lagrange.

Cada uno de los métodos nombrados se puede aplicar de forma manual para problemas con pocas variables, sin embargo, al resolver problemas con muchas variables (50, 100 o más) se hace imposible usar estos métodos de forma manual. En estos casos, es necesario usar algún software de resolución de problemas, tales como los que utilizan lenguaje ampl (ejemplo: gurobi, minos, cplex, etc).

7.8. Uso de AMPL

El lenguaje AMPL es una herramienta que permite resolver problemas de programación en tiempos mínimos, llegando a soluciones rápidas y fiables. El software cuenta con la ayuda de distintos solvers que deben ser usados dependiendo del tipo de problema a tratar. Se clasifica a los problemas de la siguiente manera:

Lineal (simplex): objetivo y restricciones lineales, resueltos con alguna versión del método del simplex.

Lineal (interior): objetivo y restricciones lineales, resueltos con alguna versión de métodos de punto interior (o barrera).

Redes: objetivo lineal y restricciones de flujo en redes, resuelto por alguna versión del método simplex para redes.

Cuadrático: objetivos cuadráticos convexos o cóncavos y restricciones lineales, resuelto por un método tipo simplex o método tipo punto interior.

Convexo: objetivo convexo o cóncavo pero no todos lineales, y restricciones lineales, resuelto por un método de punto interior.

No lineal: continuo pero no todos los objetivos y restricciones lineales, resuelto por cualquiera de los métodos siguientes: gradiente reducido, cuasi-newton, lagrangiano aumentado y punto interior.

Complementariedad: Lineal o no lineal como antes, pero con condiciones de complementariedad adicional.

Lineal entero: objetivo y restricciones lineales y alguna o todas las variables enteras, resuelto por alguna aproximación de ramificación y acotamiento que aplica un algoritmo lineal para resolver los sub-problemas sucesivos.

Entero no lineal: objetivos y restricciones continuos pero no todos lineales y alguna o todas las variables enteras, resuelto por la aproximación de ramificación y acotamiento que aplica un algoritmo no lineal para resolver los sub-problemas sucesivos.

La siguiente tabla muestra los solvers que sirven para resolver estos tipos de problemas:

Tabla 7: Solvers de AMPL (Elaboración Propia)

SOLVER	TIPO DE PROBLEMA
CPLEX, GUROBI	Lineal (interior), lineal (simplex), redes, cuadrático, entero lineal
XLSOL	Lineal (simplex), cuadrático, entero lineal

MINOS	Lineal (simplex), no lineal
GRG2	No lineal, entero no lineal

Más adelante se verá que se utiliza el solver GUROBI para la resolución.
Además se notará que el solver llega al valor óptimo como solución.

8. Metodología

8.1 Pronóstico de la demanda por descomposición

El método de descomposición considera aislar la tendencia, ciclicidad y estacionalidad de la serie de tiempo que en este caso representa a la demanda en n° de clientes para los años 2011, 2012, 2013 y hasta julio del 2014.

Tabla 8: Demanda histórica mensual Rosa Agustina Conference (Elaboración Propia)

CONFERENCE					
2011	ENE	4.705	2013	ENE	6.604
	FEB	5.610		FEB	6.669
	MAR	2.558		MAR	5.621
	ABR	4.032		ABR	5.070
	MAY	3.870		MAY	5.442
	JUN	3.459		JUN	5.278
	JUL	7.127		JUL	9.076
	AGO	7.100		AGO	10.949
	SEP	5.304		SEP	8.851
	OCT	9.659		OCT	9.871
	NOV	7.052		NOV	16.982
	DIC	13.971		DIC	18.640
2012	ENE	7.371	2014	ENE	15.821
	FEB	9.687		FEB	17.156
	MAR	8.227		MAR	11.583
	ABR	5.682		ABR	11.486
	MAY	5.658		MAY	13.015
	JUN	3.485		JUN	8.215
	JUL	6.335		JUL	14.051
	AGO	9.482		AGO	14.594
	SEP	5.882			
	OCT	6.100			
	NOV	8.945			
	DIC	10.817			

Esta demanda histórica se refiere a la cantidad de clientes que hicieron reserva y efectivamente asistieron al resort. Esta demanda se mide como el número de almuerzos entregados en todo el mes (suma de los almuerzos entregados cada día del mes, dado que el almuerzo es el servicio que aloja a la mayor cantidad de clientes durante el día). Ahora se calculará cada parte de la descomposición.

Estacionalidad: para determinar el factor de estacionalidad de cada mes, es necesario tomar un promedio móvil simple de 12 meses. Luego, se calcula el cociente entre el valor real de la demanda y la media móvil ($a/b \cdot 100$):

Tabla 9: Determinación del factor de estacionalidad (Elaboración Propia)

		demanda (a)	MM(12) (b)	a/b*100
2012	ENE	7.371	6.204	118,812041
	FEB	9.687	6.426	150,745011
	MAR	8.227	6.766	121,596256
	ABR	5.682	7.238	78,4996373
	MAY	5.658	7.376	76,710843
	JUN	3.485	7.525	46,313831
	JUL	6.335	7.527	84,1646092
	AGO	9.482	7.461	127,088941
	SEP	5.882	7.659	76,7943599
	OCT	6.100	7.708	79,1428355
	NOV	8.945	7.411	120,698961
	DIC	10.817	7.569	142,916598
2013	ENE	6.604	7.306	90,3924901
	FEB	6.669	7.242	92,087821
	MAR	5.621	6.991	80,4091267
	ABR	5.070	6.773	74,8523622
	MAY	5.442	6.722	80,9540338
	JUN	5.278	6.704	78,7252026
	JUL	9.076	6.854	132,423856
	AGO	10.949	7.082	154,599581
	SEP	8.851	7.204	122,855193
	OCT	9.871	7.452	132,464047
	NOV	16.982	7.766	218,668784
	DIC	18.640	8.436	220,962165
2014	ENE	15.821	9.088	174,091497
	FEB	17.156	9.856	174,069502
	MAR	11.583	11.343	102,115842
	ABR	11.486	11.840	97,0115007
	MAY	13.015	12.375	105,175967
	JUN	8.215	13.006	63,1651791
	JUL	14.051	13.250	106,042615
	AGO	14594,00	13.052	111,817137

Siguiente a esto, se calcula el factor estacional promedio para cada mes:

Tabla 10: Factor de estacionalidad mensual (Elaboración Propia)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
127,8	139	103,3	85,2	89,44	63,8	109,3	131,17	99,8	105,803	169,68	181,9

Y se ajusta por un valor de: $k = 0,8534 = (N^{\circ} \text{estaciones}) * 100 / \text{suma}(\text{factores promedio})$

Tabla 11: Factor de estacionalidad ajustado (Elaboración Propia)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ajuste por k	109	119	88,2	73	76,3	54	93	112	85	90	145	155

Tendencia: se ajusta la demanda a una regresión lineal en la que la variable independiente será $x = \{1, \dots, 43\}$, dado que se cuenta con 43 datos de demanda, mientras que la variable dependiente será la demanda de cada período. En este caso queremos obtener la pendiente m y el intercepto b de la recta resultante.

Esta regresión la realiza fácil y rápidamente Excel 2010, obteniendo los siguientes parámetros: $m=208,02$ y $b=3889,8$:

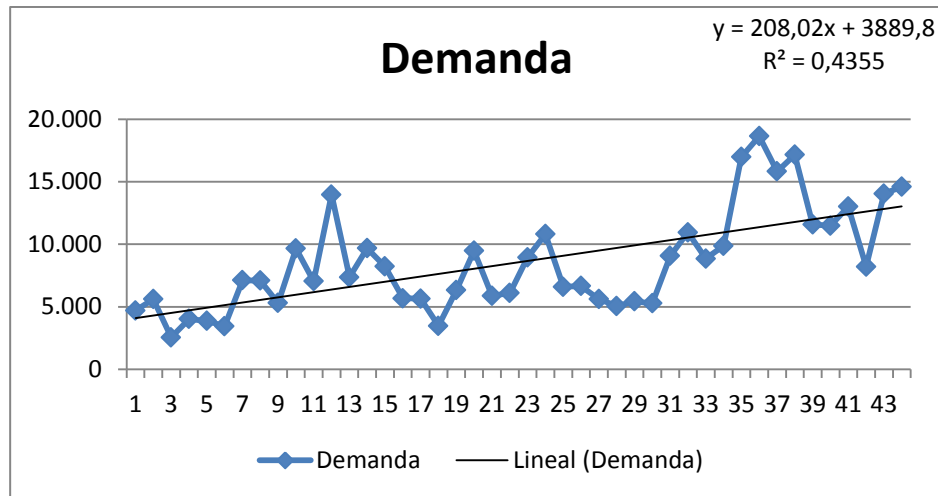


Ilustración 10: Factor de tendencia de los datos históricos (Elaboración Propia)

Ciclicidad: para calcular el factor cíclico de cada período, se realiza el cociente entre la media móvil (12) y el valor obtenido por la tendencia de la demanda, es decir:

$$\text{Factor cíclico} = MM(12)/(m * X + b)$$

Donde $x = \{13, \dots, 43\}$, dado que no existe valor para la media móvil hasta el dato 13, por definición.

Para determinar el factor cíclico mensual, se toma el promedio de cada mes, como se muestra en la tabla 10.

De esta manera, se encuentra un factor cíclico correspondiente a un mes del año, y cada mes del año tiene asociado un factor cíclico.

Tabla 12: Factor cíclico mensual (Elaboración Propia)

	FACT. CÍCLICO		Factor
			Prom. Mensual
13	0,937777912	ENE	0,829810021
14	0,940008094	FEB	0,838668857
15	0,958761109	MAR	0,84923975
16	0,994606664	ABR	0,856647572
17	0,983675973	MAY	0,855178576
18	0,974860082	JUN	0,857928721
19	0,948040062	JUL	0,850072792
20	0,914316818	AGO	0,784796834
21	0,91392974	SEP	0,783590612
22	0,896084746	OCT	0,779258519
23	0,840054182	NOV	0,758570461
24	0,837001117	DIC	0,779299213
25	0,788690557		
26	0,763601856		
27	0,720324793		
28	0,682431094		
29	0,662563223		
30	0,646724416		
31	0,647358851		
32	0,65527685		
33	0,653251485		
34	0,662432291		
35	0,677086739		
36	0,721597308		
37	0,762961595		
38	0,812396622		
39	0,868633348		
40	0,892904958		
41	0,919296532		
42	0,952201664		
43	0,954819463		
44	0,969973072		

Ahora se han aislado los tres principales componentes de la serie de tiempo que representa a la demanda histórica de clientes de Rosa Agustina conference. Para finalizar, se debe realizar los pronósticos para los períodos siguientes al $x=44$ (AGO-2014), es decir, desde el $x=45$ (SEP-2014) en adelante, siguiendo la fórmula antes vista:

$$D = E * T * C + u \quad (1) \quad \text{donde,}$$

D: demanda pronosticada

E: factor de estacionalidad

T: tendencia de la serie

C: componente cíclico

u: variación no sistemática

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 13: Resultados de los pronósticos mediante descomposición (Elaboración Propia)

2014	SEPTIEMBRE	9129,38
	OCTUBRE	9777,90
	NOVIEMBRE	15507,52
	DICIEMBRE	17348,90
2015	ENERO	13172,41
	FEBRERO	14699,74
	MARZO	11231,90
	ABRIL	9482,70
	MAYO	10079,31
	JUNIO	7313,23
	JULIO	12588,83
	AGOSTO	14146,55
	SEPTIEMBRE	10896,86
	OCTUBRE	11640,89
	NOVIEMBRE	18415,99
	DICIEMBRE	20552,66

Estos pronósticos están hechos sobre el número de almuerzos entregados cada día en el resort, por lo que no se incluye el número de desayunos, onces y cenas de cada día. Para mejorar estos pronósticos se multiplica cada uno de estos datos por 1,8. Este dato se obtiene de la proporción [desayunos + almuerzos / onces + cenas = 1,25] histórica de la empresa (Fuente: departamento de marketing y ventas).

Por otra parte, comparando el pronóstico de cada mes con la demanda real (para cada período, desde el 1 al 44) se encuentra un desfase para los últimos 12 meses, en los que los pronósticos están por debajo de la demanda real (10% de desfase promedio, considerando los datos desde enero del 2013). Por esta razón, se ha decidido aplicar un factor de corrección de 1,1 para la demanda pronosticada. Con esta corrección, el promedio del desfase de los datos $((\text{dato real} - \text{pronosticado}) / \text{dato real})$ para los valores de los últimos 12 meses disminuye desde un 25% a un 11%.

Para comparar los pronósticos de demanda iniciales con los corregidos por el factor 1,1, es necesario aplicar una herramienta de control del error estadístico. Para este caso, usaremos el análisis de la desviación absoluta media (MAD) y la señal de rastreo, descritas en el marco teórico.

8.2 Comparación entre los modelos de pronósticos de la demanda

A continuación, se muestra el comportamiento de la demanda real y de los pronósticos usados:

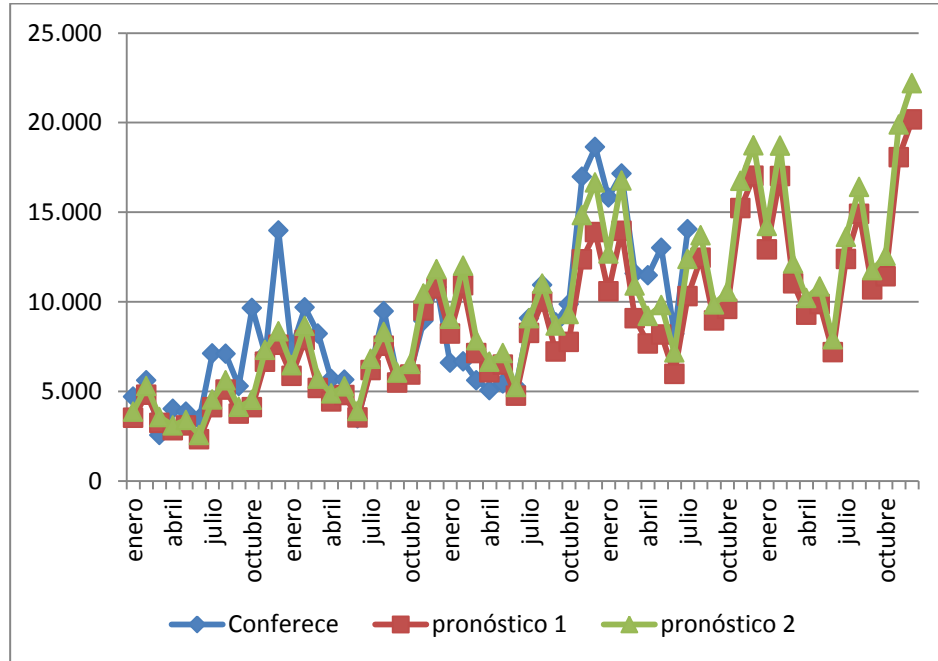


Ilustración 11: Comparación de los pronósticos con los datos históricos (Elaboración Propia)

En la ilustración, se puede ver el comportamiento de la demanda perteneciente a Rosa Agustina conference desde el año 2011 hasta el presente 2014 (línea azul), y los pronósticos (mediante el método de la descomposición) hasta el año 2015 (líneas roja y verde). El pronóstico 1 (línea roja) muestra el comportamiento del método de la descomposición, mientras que el pronóstico 2 (en verde) es el pronóstico 1, ajustado con el factor 1,1.

Se puede apreciar, especialmente para los últimos 12 meses que los pronósticos ajustados están más cercanos a la demanda real del período. Sin embargo, es necesario comprobar el ajuste de cada pronóstico a la demanda real, a través de un análisis de error de los pronósticos.

8.3 MAD

A continuación se muestra el comportamiento de la desviación absoluta media, para los pronósticos por descomposición y ajustados.

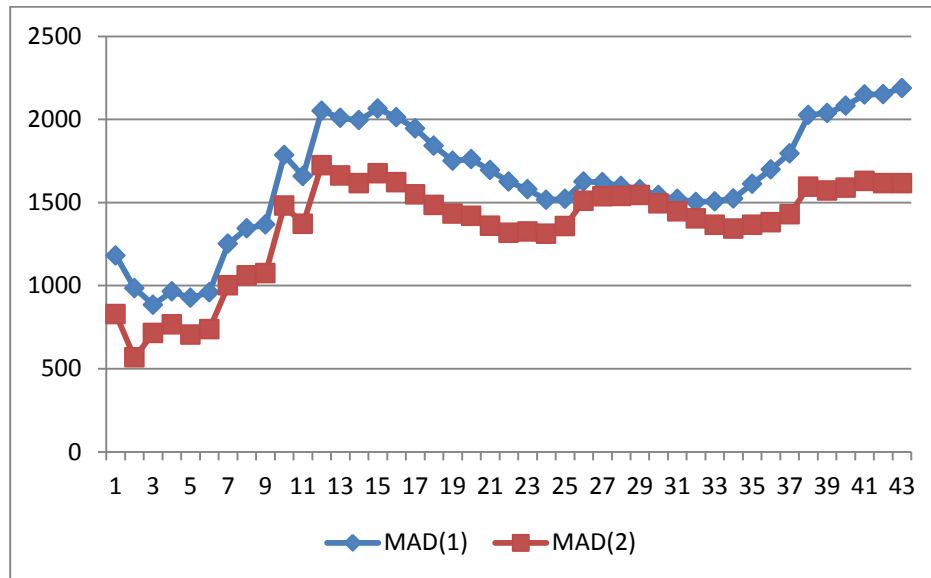


Ilustración 12: Análisis del error mediante el MAD (Elaboración Propia)

La línea azul muestra el comportamiento del pronóstico por descomposición sin ajuste, mientras que la línea roja muestra el comportamiento del pronóstico por descomposición con el ajuste del 10% (factor 1,1). En este caso se puede notar que el ajuste del factor 1,1 hace que el MAD disminuya para cada uno de los valores pronosticados, esto significa que el error absoluto es menor en el caso de los pronósticos ajustados. En este sentido, el pronóstico ajustado se adecúa de mejor manera a la demanda real histórica.

Por otra parte, es preciso hacer el análisis de la señal de rastreo, que sirve para revisar el error tomando en cuenta la magnitud y además el sentido del error.

8.4 Señal de rastreo

El comportamiento de la señal de rastreo se muestra a continuación.

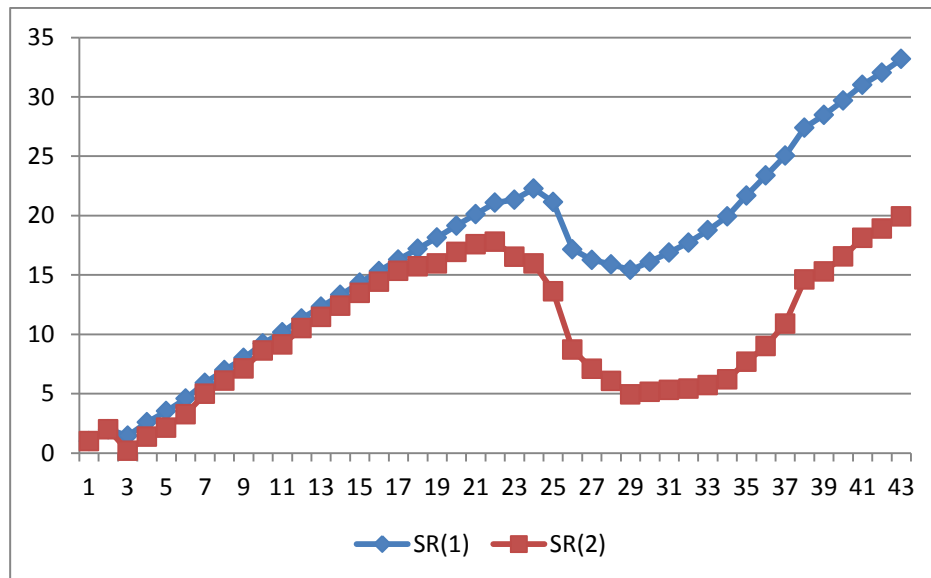


Ilustración 13: Análisis del error mediante la señal de rastreo (Elaboración Propia)

Análogamente al MAD, en la línea azul se muestra comportamiento de la señal de rastreo perteneciente a los pronósticos por descomposición sin el ajuste (factor 1,1), mientras que la línea roja muestra la señal de rastreo correspondiente a los pronósticos con el ajuste. Bajo estas observaciones, se puede concluir que el pronóstico con el ajuste presenta mejor comportamiento a través de la señal de rastreo, dado que el pronóstico sin ajuste presenta una clara tendencia al alza a lo largo de la serie y esta tendencia se ve disminuida al realizar el ajuste (línea roja).

En conclusión, es posible decir que el pronóstico de la demanda por descomposición mejora al aplicar un factor de ajuste de 1,1 para cada uno de sus pronósticos. Por esta razón, se trabajará con los pronósticos ajustados.

8.5 Modelos de programación

A continuación se detallan los modelos matemáticos que se usarán para la obtención de la propuesta que resulte en el costo mínimo para las contrataciones del área de garzones para un año específico.

En primer lugar es necesario enumerar las condiciones del problema.

Se pronostica la demanda mensual, en el período que comienza en el mes de marzo 2014 y finaliza en el mes de febrero del año 2015 (12 períodos). Un garzón fijo tiene por obligación que tomar un día libre a la semana, este día puede ser lunes, martes o miércoles (por condiciones de la demanda), mientras que para cada mes de trabajo, le corresponden 2 domingos libres. El sueldo mensual que recibe cada garzón con contrato

fijo bordea los \$300.000 (bruto), mientras que un garzón faenero recibe \$15.600 (bruto) por cada día de trabajo. El costo de contratar a un garzón nuevo incluye capacitación, uniforme, credenciales, etc. El costo de despedir a un garzón incluye finiquitos, más el monto correspondiente a los meses de antigüedad en la empresa. La demanda pronosticada se obtiene mediante el método de descomposición, por las condiciones anuales de la misma.

Los horarios a los que puede optar un garzón fijo para cada semana en el horizonte de evaluación, son los siguientes:

H1: días lunes libre + primer y tercer domingo del mes libre.

H2: días martes libre + primer y tercer domingo del mes libre.

H3: días miércoles libre + primer y tercer domingo del mes libre.

H4: días lunes libre + segundo y cuarto domingo del mes libre.

H5: días martes libre + segundo y cuarto domingo del mes libre.

H6: días miércoles + segundo y cuarto domingo del mes libre.

En total, se tienen 5 modelos de programación, los cuales responden a la cantidad de garzones fijos y faeneros necesarios (mensualmente) que se requieren para satisfacer la demanda de cada período, minimizando el costo.

Las diferencias entre estos modelos se dan por 2 razones. En primer lugar, por la forma de contratación de personal, que puede ser libre (contratar y despedir libremente en cada período respondiendo a la demanda de cada período), restringida (con contrataciones y despidos que se realizan 2 veces al año) o con contratación condicionada (permite que se contrate en cada período si es que la demanda aumenta, mientras que se mantiene la cantidad de garzones del período anterior en caso de que la demanda disminuya). Ver glosario, sección iii.

En segundo lugar, se varía el parámetro “b” (número de clientes que debe atender un garzón en su turno). Este parámetro toma el valor de 50 y 40, dependiendo del modelo.

A continuación se detalla cada uno de los modelos de programación.

8.5.1 MODELO DE PROGRAMACIÓN N°1: CONTRATACIÓN LIBRE, B=50

Conjuntos:

T: conjunto de períodos en el horizonte de evaluación $T = \{1, \dots, 12\}$

H: conjunto de horarios disponibles para los garzones fijos, correspondientes a un mes $H = \{H_1, H_2, \dots, H_6\}$

Parámetros:

S1: sueldo semanal de un garzón fijo

S2: sueldo diario de un garzón faenero

Cc: costo de contratar a un nuevo garzón fijo

Cd: costo de despedir a un garzón

a: número de clientes que un garzón es capaz de atender en un turno con intensidad normal.

b: número máximo de clientes que un garzón es capaz de atender en un turno.

Nd_t[t]: número de días que tiene el mes t.

Costo_H [h]: costo de asignar el horario h a un garzón fijo (h=1,...,6)

D_t [t]: demanda del período t (t=1,...,12)

Nd1_t[t]: número de días (entre el jueves y domingo) totales que tiene el mes t.

Variables:

C_{ht}: n° de garzones que toman el horario h en el período t

G_t: n° de garzones fijos a contratar en el período t

NFC_t: N° de garzones faeneros considerados (en el costo de asignación de horarios).

NFNC_t: N° de garzones faeneros necesarios para cubrir la demanda del período t (este complementa al número de faeneros considerados NFC_t)

H_t: contratos del período t

L_t: despidos del período t

O_t: capacidad ociosa

I_t: demanda insatisfecha

Restricciones:

1.- Asignación: los garzones que toman horarios deben los que se contrataron.

$$\sum_h C_{ht}[h, t] = G_t[t], \quad \forall t \in T$$

2.- Demanda: se debe satisfacer la demanda del período

$$Nd_t[t] * G_t[t] \geq D_t[t] / b, \quad \forall t \in T$$

3.- Homogeneidad: los horarios se reparten entre los garzones disponibles en el período

$$C_{ht}[h, t] \geq 2 \quad \forall h \in H, \forall t \in T$$

$$C_{ht}[h, t] \leq G_t[t] / 3 \quad \forall h \in H, \forall t \in T$$

4.- Faeneros considerados para cubrir los días libres de los garzones fijos

$$NFC_t[t] \geq (G_t[t] * 6) / (Nd1_t[t]) \quad \forall t \in T$$

5.- Faeneros no considerados y que complementan a los que se consideraron anteriormente

$$NFNC_t[t] \geq G_t[t] * (2.5 - 19 / Nd1_t[t]) / 4 \quad \forall t \in T$$

6.- Número de contratos por período

$$H_t[t] \geq G_t[t] - G_t[t-1] \quad \forall t \in T$$

7.- Número de despidos por período

$$L_t[t] \geq G_t[t-1] - G_t[t] \quad \forall t \in T$$

8.- Capacidad ociosa

$$O_t[t] \geq \left(G_t[t] * Nd_t[t] + NFC_t[t] * Nd1_t[t] - \frac{D_t[t]}{b} \right) \quad \forall t \in T$$

9.- Demanda insatisfecha

$$I_t[t] \geq \frac{D_t[t]}{b} - (G_t[t] * Nd_t[t] + NFC_t[t] * Nd1_t[t]) \quad \forall t \in T$$

10.-Naturaleza de las variables:

$G_t \{T\}$, $C_{ht}\{H, T\}$, $NFNC_t\{T\}$, $NFC_t\{T\}$, $H_t\{T\}$, $L_t\{T\}$,
 $O_t\{T\}$, $I_t\{T\}$ integer ≥ 0 , $\forall t$ en T , $\forall h$ en H

Función objetivo:

1.- Costo por asignar el horario h (costos por faeneros que cubren los días libres)

$$\sum_{\substack{h \in H, \\ t \in T}} C_{ht}[h, t] * Costo_H[h]$$

2.- Salarios para garzón fijo mensual:

$$\sum_{t \in T} G_t[t] * S1$$

3.- Costo de faeneros extras:

$$\sum_{t \in T} NFNC_t[t] * S2 * Nd1_t[t]$$

4.- Costo de contratar:

$$\sum_{t \in T} H_t[t] * Cc$$

5.- Costo por despedir:

$$\sum_{t \in T} L_t[t] * Cd$$

6.- Costo de mantener capacidad ociosa:

$$\sum_{t \in T} O_t[t] * S2/3$$

7.- Costo por demanda no satisfecha

$$\sum_{t \in T} I_t[t] * S2$$

F. Objetivo: MIN Z= 1+2+3+4+5+6+7

8.5.2 MODELO DE PROGRAMCIÓN N°2: CONTRATACIÓN LIBRE, B=40

El modelo es exactamente el mismo que en el caso anterior, la única variación está en el código en el que el parámetro “b”, que indica el

número de clientes que debe atender un garzón en capacidad normal, es ahora 40.

8.5.3 MODELO DE PROGRAMACIÓN N°3: CONTRATACIÓN RESTRINGIDA, B=50

En este modelo, se obliga a mantener contratos de por lo menos 6 meses para los garzones fijos. Para esto, se divide el horizonte de evaluación de 12 meses, en 2 períodos de 6 meses cada uno, atendiendo a la estacionalidad de la demanda.

El nuevo modelo, es bastante parecido al anterior, la diferencia radica en las nuevas restricciones que se debe agregar al modelo. Se muestran a continuación:

RESTRICCIÓN 7: Semestre 1 con la misma cantidad de garzones fijos (Marzo a Agosto)

$$G_t[t] = G_t[t - 1], \quad \forall t \in \{2, 3, 4, 5, 6\}$$

RESTRICCIÓN 8: Semestre 2 con la misma cantidad de garzones fijos (Septiembre a Febrero)

$$G_t[t] = G_t[t - 1], \quad \forall t \in \{8, 9, 10, 11, 12\}$$

8.5.4 MODELO DE PROGRAMACIÓN N°4: CONTRATACIÓN RESTRINGIDA, B=40

Para este modelo, el único cambio que se hace con respecto al modelo 3, es el valor del parámetro b. En este caso, debe valer 40. El resto del modelo es idéntico al número 3.

8.5.5 MODELO DE PROGRAMACIÓN N°5: CONTRATACIÓN CONDICIONADA, B=50

El modelo esta vez cambia el tipo de contratación, de manera que aunque no es totalmente restringida, debe mantener el alza en la cantidad de garzones fijos (o por lo menos, la misma cantidad que en el período anterior). Esto permite que el número de garzones fijos aumente durante el año de la misma forma en que lo hace la demanda, y cuando la demanda disminuya, mantener la cantidad de garzones fijos, evitando los despidos de personal con contrato fijo.

En este caso se eliminan las restricciones 7 y 8, y se agrega 2 nuevas restricciones:

RESTRICCIÓN 9: Se contrata al aumentar la demanda y se mantiene la cantidad de garzones cuando la demanda disminuye

$$G_t[t + 1] \geq G_t[t], \quad \forall t \in \{1, 2, \dots, 11\}$$

8.6 Uso de AMPL

Para resolver el modelo matemático es necesario traspasar el lenguaje matemático a lenguaje AMPL.

Una de las formas más prácticas de utilizar el lenguaje AMPL es usar editores de texto para el código del modelo y los datos, para luego llamar el archivo al solver mediante el comando “include”. De esta forma, se deben crear 3 archivos de texto, uno para los datos con los que se trabajará, en el que se declaran los conjuntos y parámetros del modelo, con extensión .dat. El segundo archivo de texto es en el que se declaran las variables y el modelo mismo, con las restricciones y la función objetivo (este archivo debe tener una extensión .mod). Por último, se crea un archivo de texto con extensión .run en el que se determina el solver de ampl que se usará y se incluye los nombres de los archivos .dat y .mod. Así, en AMPL sólo se debe usar el comando “include” para llamar el archivo .run que ya contiene el modelo y los datos a utilizar.

Ver código completo en Anexo 13.8 para el modelo 1, luego el Anexo 13.9 para revisar las variaciones en los modelos 2, 3, 4 y 5.

8.7 Análisis de parámetros

Cada uno de los parámetros usados se obtuvo directamente de la empresa, en conversaciones y mutuo acuerdo entre quienes participan diariamente en el proceso de entrega de servicios, el gerente de finanzas y quién ha realizado la memoria.

A continuación se hace un análisis sobre la obtención de cada uno de los parámetros usados:

Parámetro “a”: número promedio de clientes que debe atender un garzón en un turno de trabajo normal.

Fuente: Gerencia de Operaciones

El parámetro se obtiene por la experiencia de los garzones que llevan más tiempo trabajando en el área. Dado el tipo de servicio que se ofrece en el comedor (buffet abierto), es posible que un garzón pueda atender a un número de clientes que va desde 30 a 50.

Parámetro “b”: número máximo de clientes que debe atender un garzón en un turno de trabajo.

Fuente: Gerencia de Operaciones

Es el número máximo de clientes que un garzón debería atender en un turno de trabajo. Luego de este número, es necesario poner a otro garzón

a trabajar. Se ha determinado por la experiencia de los que llevan varios años trabajando en el área, que este número no debe superar al 50.

Parámetro “S1”: sueldo mensual promedio de un garzón fijo

Fuente: Departamento de R.R.H.H.

El sueldo promedio bruto mensual se ha determinado como el valor que se le pagará a un nuevo garzón al ser contratado por la empresa. Su valor es de \$300.000 aproximadamente.

Parámetro “S2”: sueldo diario promedio de un garzón faenero

Fuente: Departamento de R.R.H.H.

Se refiere al sueldo diario bruto que tiene un garzón faenero por cumplir un turno de trabajo. Este valor está actualizado a Agosto 2014. El valor es de \$15.600 aproximadamente.

Parámetro “Cc”: Costo de contratar a un nuevo garzón

Fuente: Departamento de R.R.H.H.

Este costo incluye capacitación, uniforme de trabajo y otros menores (tiempo de la entrevista, bienvenida, etc). Su costo aproximado es de \$20.000 por cada nueva contratación.

Parámetro “Cd”: Costo de despedir a un garzón

Fuente: Departamento de R.R.H.H.

Este costo incluye finiquitos, indemnización, vacaciones (feriado proporcional). En promedio, este valor gira en torno a los \$50.000.

Parámetro “Nd_t”: Número de días que tiene el mes

Este valor se obtiene directamente del calendario oficial para cada mes del año.

Parámetro “D_t”: Demanda pronosticada para el mes

Este valor se obtiene de los pronósticos de demanda por descomposición ajustada, realizados anteriormente para cada uno de los meses con los que se va a trabajar.

Parámetro “costo_h”: costo máximo de asignar el horario h a un garzón

Este costo se refiere al valor máximo que tiene la asignación de un horario a un garzón. Se utiliza pensando en la posibilidad de cubrir los días libres (que se incluyen en la asignación de un horario) con garzones faeneros. Por lo tanto, cuando un garzón con contrato fijo, se toma un día libre y ese día es necesario cubrir su puesto con personal faenero, se incurre en este costo. Por otro lado, si ese día no es necesario cubrir al

garzón con contrato fijo que se tomó el día libre, no se incurre en el costo. El valor de este costo incluye 6 días libres para cada uno de los horarios asignables y por cada día libre, se utiliza (posiblemente) un garzón por cada día libre, es decir $6 \times$ (costo de un garzón faenero), esto es \$93.600.

Parámetro “ NdI_t ”: Se refiere al número de días desde el jueves al domingo que tiene cada mes en el horizonte de evaluación.

Se obtiene directamente del calendario oficial.

9. Resultados

Al resolver el modelo utilizando el lenguaje AMPL, se espera obtener los siguientes resultados:

- 1.- Número de garzones con contrato fijo y por faena, necesarios para cada período.
- 2.- Número de garzones contratados a los que se les asigna cada horario.
- 3.- Costo total de la propuesta.

A continuación se muestra el resultado para cada modelo de programación (5 en total). Luego, la comparación entre los modelos se hace con respecto al ratio “costo por cliente”, definido a continuación,

$$\text{Costo por cliente} = \frac{\text{costo total}}{N^{\circ}\text{clientes anual}}$$

El número de clientes total para el año 2014 está pronosticado en 164.094, mientras que para el año 2013 esta cifra llegó a 109.053.

En 2013, el ratio “costo por cliente” llegó a un total de \$695,82 por cliente.

Por otra parte, se realiza un análisis con respecto a la capacidad de satisfacer la demanda de cada uno de los modelos de programación. Este análisis se realiza para los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto del año 2014 (se reservan los datos del mes de mayo por parte de la empresa).

9.1 MODELO 1

```

C:\Users\Lenovo\Desktop\usm\Geo II\AMPL\AMPL121\ampl.exe
ampl: include parte11.run
Gurobi 6.0.0: optimal solution; objective 107270800
22 simplex iterations
:      G_t  NFNC_t  NPC_t      :=
1      14      6      5
2      14      5      6
3      16      6      6
4      12      5      5
5      17      6      6
6      16      6      6
7      12      4      5
8      13      5      5
9      21      8      7
10     22      8      9
11     17      7      6
12     24      8      9
;

Costo_total = 107271000

C_ht [*,*] <tr>
:      1      2      3      4      5      6      :=
1      4      2      2      2      2      2
2      2      2      4      2      2      2
3      2      3      2      5      2      2
4      2      2      2      2      2      2
5      5      4      2      2      2      2
6      2      2      3      2      5      2
7      2      2      2      2      2      2
8      3      2      2      2      2      2
9      7      2      2      2      6      2
10     2      7      2      2      2      7
11     2      2      2      2      5      4
12     2      8      8      2      2      2
;

costo asignar horarios:
sum<h in H, t in T> C_ht[h,t]*costo_h[h] = 18532800

costo por sueldos a garzones fijos:
sum<t in T> G_t[t]*$1 = 59400000

costo por sueldos a garzones faeneros no considerados anteriormente:
sum<t in T> NFNC_t[t]*$2*$nd1_t[t] = 20124000

costo de contratar garzones:
sum<t in T> Cc*$H_t[t] = 480000

costo de despedir garzones:
sum<t in T> Cd*$L_t[t] = 7e+05

costo de demanda no satisfecha:
sum<t in T> I_t[t]*$2 = 0

costo por mantener capacidad ociosa:
sum<t in T> O_t[t]*$2/3 = 8034000

costo por mano de obra:
Costo_total = <sum<t in T> O_t[t]*$2/3 + sum<t in T> I_t[t]*$2 + sum<t in T>
Cd*$L_t[t] + sum<t in T> Cc*$H_t[t]> = 98056800

```

Ilustración 14: Resultados para el modelo 1

Costo por cliente: \$597,56 por cliente

9.2 MODELO 2

```

C:\Users\Lenovo\Desktop\usm\Geo II\AMPL\AMPL121\ampl.exe
ampl: include parte11.run
Gurobi 6.0.0: optimal solution; objective 131496000
30 simplex iterations
:      G_t  NFNC_t  NFC_t      :=
1      17      7      6
2      18      6      7
3      19      8      6
4      13      5      5
5      21      8      8
6      20      8      7
7      15      5      6
8      16      6      6
9      26      10     9
10     28      10     11
11     21      8      7
12     30      10     12
;

Costo_total = 131496000

C_ht  [*,*] (tr)
:      1      2      3      4      5      6      :=
1      5      2      2      4      2      2
2      2      2      6      2      2      4
3      2      2      2      6      5      2
4      3      2      2      2      2      2
5      6      2      2      2      7      2
6      6      2      2      6      2      2
7      5      2      2      2      2      2
8      2      5      3      2      2      2
9      8      2      2      4      8      2
10     2      9      4      2      9      2
11     2      7      2      2      6      2
12     4      10     10     2      2      2
;

costo asignar horarios:
sum{h in H, t in T} C_ht[h,t]*costo_h[h] = 22838400

costo por sueldos a garzones fijos:
sum{t in T} G_t[t]*$1 = 73200000

costo por sueldos a garzones faeneros no considerados anteriormente:
sum{t in T} NFNC_t[t]*$2*Ndl_t[t] = 24757200

costo de contratar garzones:
sum{t in T} Cc*H_t[t] = 640000

costo de despedir garzones:
sum{t in T} Cd*L_t[t] = 950000

costo de demanda no satisfecha:
sum{t in T} I_t[t]*$2 = 0

costo por mantener capacidad ociosa:
sum{t in T} O_t[t]*$2/3 = 9110400

costo por mano de obra:
Costo_total = (sum{t in T} O_t[t]*$2/3 + sum{t in T} I_t[t]*$2 + sum{t in T}
Cd*L_t[t] + sum{t in T} Cc*H_t[t]) = 120796000

```

Ilustración 15: Resultados para el modelo 2

Costo por cliente: \$736,14 por cliente

9.3 MODELO 3

```

C:\Users\Lenovo\Desktop\usm\Geo II\AMPL\AMPL121\ampl.exe
ampl: include parte11.run
Gurobi 6.0.0: optimal solution; objective 138295200
12 simplex iterations
:   G_t  NFNC_t  NFC_t   :=
1    17    7    6
2    17    6    7
3    17    7    6
4    17    6    6
5    17    6    6
6    17    7    6
7    24    8    9
8    24    9    8
9    24    9    8
10   24    8    9
11   24    9    8
12   24    8    9
;

Costo_total = 138295000

C_ht  [*,*] (tr)
:   1  2  3  4  5  6   :=
1    5  2  2  4  2  2
2    2  2  5  2  2  4
3    2  2  2  5  4  2
4    5  2  2  2  4  2
5    4  2  2  2  5  2
6    5  2  2  2  2  4
7    8  8  2  2  2  2
8    2  8  2  2  2  8
9    8  2  2  2  8  2
10   2  8  2  2  8  2
11   2  8  2  2  2  8
12   2  8  2  8  2  2
;

costo asignar horarios:
sum{h in H, t in T} C_ht[h,t]*costo_h[h] = 23025600

costo por sueldos a garzones fijos:
sum{t in T} G_t[t]*$1 = 73800000

costo por sueldos a garzones faeneros no considerados anteriormente:
sum{t in T} NFNC_t[t]*$2*Nd1_t[t] = 24507600

costo de contratar garzones:
sum{t in T} Cc*H_t[t] = 140000

costo de despedir garzones:
sum{t in T} Cd*L_t[t] = 0

costo de demanda no satisfecha:
sum{t in T} I_t[t]*$2 = 0

costo por mantener capacidad ociosa:
sum{t in T} O_t[t]*$2/3 = 16822000

costo por mano de obra:
Costo_total = (sum{t in T} O_t[t]*$2/3 + sum{t in T} I_t[t]*$2 + sum{t in T}
Cd*L_t[t] + sum{t in T} Cc*H_t[t]) = 121333000

```

Ilustración 16: Resultados para el modelo 3

Costo por cliente: \$739,41 por cliente

9.4 MODELO 4

```

C:\Users\Lenovo\Desktop\usm\Geo II\AMPL\AMPL121\ampl.exe
ampl: include parte11.run
Gurobi 6.0.0: optimal solution; objective 171659600
12 simplex iterations
:=
  G_t  NFNC_t  NFC_t
1    21      8      7
2    21      7      8
3    21      8      7
4    21      8      8
5    21      8      8
6    21      8      7
7    30     10     12
8    30     11     10
9    30     11     10
10   30     10     12
11   30     12     10
12   30     10     12
;

Costo_total = 171660000

C_ht [*,*] (tr)
:=
  1    7    2    2    6    2    2
  2    2    2    7    2    2    6
  3    2    2    2    7    6    2
  4    7    2    2    2    6    2
  5    6    2    2    2    7    2
  6    7    2    2    2    2    6
  7   10   10   10   2    2    4
  8    2   10   2    2    4   10
  9   10   2    4    2   10   2
 10    4   10   2    2   10   2
 11    2   10   2    4    2   10
 12    2   10   2   10    4    2
;

costo asignar horarios:
sum<h in H, t in T> C_ht[h,t]*costo_h[h] = 28641600

costo por sueldos a garzones fijos:
sum<t in T> G_t[t]*S1 = 91800000

costo por sueldos a garzones faeneros no considerados anteriormente:
sum<t in T> NFNC_t[t]*S2*Nd1_t[t] = 30201600

costo de contratar garzones:
sum<t in T> Cc*H_t[t] = 180000

costo de despedir garzones:
sum<t in T> Cd*L_t[t] = 0

costo de demanda no satisfecha:
sum<t in T> I_t[t]*S2 = 0

costo por mantener capacidad ociosa:
sum<t in T> O_t[t]*S2/3 = 20836400

costo por mano de obra:
Costo_total = <sum<t in T> O_t[t]*S2/3 + sum<t in T> I_t[t]*S2 + sum<t in T>
Cd*L_t[t] + sum<t in T> Cc*H_t[t]> = 150643000
  
```

Ilustración 17: Resultados para el modelo 4

Costo por cliente: \$918,03 por cliente

9.5 MODELO 5

```

C:\Users\Lenovo\Desktop\usm\Geo II\AMPL\AMPL121\ampl.exe
ampl: include parte11.run
Gurobi 6.0.0: optimal solution; objective 119447600
20 simplex iterations
:=
G_t NFNC_t NFC_t
1 14 6 5
2 14 5 6
3 16 6 6
4 16 6 6
5 17 6 6
6 17 7 6
7 17 6 7
8 17 7 6
9 21 8 7
10 22 8 9
11 22 9 7
12 24 8 9
;

Costo_total = 119448000

C_ht [*,*] (tr)
:=
1 2 3 4 5 6
1 4 2 2 2 2
2 2 2 4 2 2
3 2 2 2 5 3
4 5 2 2 3 2
5 4 2 2 2 5
6 5 2 2 4 2
7 5 2 4 2 2
8 2 5 2 2 4
9 6 2 2 2 7
10 2 7 2 2 7
11 2 7 7 2 2
12 2 8 2 2 2
;

costo asignar horarios:
sum{h in H, t in T} C_ht[h,t]*costo_h[h] = 20311200

costo por sueldos a garzones fijos:
sum{t in T} G_t[t]*S1 = 65100000

costo por sueldos a garzones faeneros no considerados anteriormente:
sum{t in T} NFNC_t[t]*S2*Nd1_t[t] = 22339200

costo de contratar garzones:
sum{t in T} Cc*H_t[t] = 2e+05

costo de despedir garzones:
sum{t in T} Cd*L_t[t] = 0

costo de demanda no satisfecha:
sum{t in T} I_t[t]*S2 = 0

costo por mantener capacidad ociosa:
sum{t in T} O_t[t]*S2/3 = 11497200

costo por mano de obra:
Costo_total = (sum{t in T} O_t[t]*S2/3 + sum{t in T} I_t[t]*S2 + sum{t in T}
Cd*L_t[t] + sum{t in T} Cc*H_t[t]) = 107750000

```

Ilustración 18: Resultados para el modelo 5

Costo por cliente: \$656,64 por cliente

Si se compara el costo total de cada uno de los modelos analizados, se puede concluir que el menos costoso es el modelo 1. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la factibilidad de realizar contrataciones y despidos libremente en cada mes del año. Por esta razón, el modelo 1 resulta infactible de realizar. Por otro lado, los modelos que involucran una contratación restringida, mantienen una cantidad de garzones que cubre la demanda máxima en el semestre, para todo el semestre, por los que resultan muy costosos de aplicar.

Es por esta razón que se toma el modelo número 5, que realiza las contrataciones a medida que la demanda aumenta durante el año, como el más factible y menos costoso de realizar, por lo tanto el indicado para cubrir la demanda del período de la forma menos costosa.

Por esta razón, queda por hacer un análisis de capacidad con respecto a alguno de los meses pasados, con el objetivo de revisar si el modelo de programación pudo cubrir la demanda del período a un costo menor al que realmente se tuvo en aquel período.

9.6 Análisis de capacidad para el mes de Agosto 2014

Se ha pronosticado una demanda 13.706 clientes para el mes de agosto, mientras que la demanda real fue de 14.594 clientes (por lo tanto un 6% de error). Para satisfacer esta demanda, según el modelo, se requiere de 17 garzones con contrato fijo y 11 garzones faeneros (que trabajan de jueves a domingo). Con esto, el costo total para el mes de agosto debía estar cercano a \$8.360.400. Sin embargo, este valor llegó a los \$9.413.600 en el mes.

La capacidad cubierta por los garzones que el modelo necesitó, se da a continuación, en cantidad de garzones y número de clientes atendidos.

Tabla 14: Análisis de capacidad para el mes de Agosto (Elaboración Propia)

AGOSTO							N° GARZONES						
LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
				28	28	19					1400	1400	950
11	11	12	28	28	28	20	550	550	600	1400	1400	1400	1000
11	11	12	28	28	28	19	550	550	600	1400	1400	1400	950
11	11	12	28	28	28	20	550	550	600	1400	1400	1400	1000
11	11	12	28	28	28	28	550	550	600	1400	1400	1400	1400

La tabla de la izquierda muestra el número de garzones que debería haber en cada día, respondiendo a la asignación de horarios que entregó el modelo 5, mientras que la tabla de la derecha muestra la cantidad de clientes que se puede llegar a atender con la cantidad de garzones descrita (esta cantidad de garzones se debe dividir entre los turnos diarios correspondientes de cada día de trabajo, en un principio 2).

Al hacer un análisis de la demanda diaria para el mes de agosto, comparando la capacidad requerida en el mes con la capacidad dispuesta por el modelo, se puede notar que en 24 de 31 días (77% de los días, aproximadamente), se cubre la cubre la demanda sin problemas, mientras que en el resto de los días, se debe ocupar un doble turno para cubrir las necesidades del área. Por otra parte, hay días en que la demanda su cubre con creces, es decir, sobran garzones.

Si se compara la cantidad de garzones para los que se requiere hacer doble turno en el mes de agosto, con la cantidad de garzones que sobra en los días en que la demanda es cubierta con creces (en estos días, se

puede dar día libre a los garzones “sobrantes”, previo aviso de por lo menos, 2 días), se ve que estos últimos resultan mayores que los turnos dobles, por lo que una buena estrategia de aplicación de este plan de asignación de horarios es la siguiente:

Cada vez que se requiera, utilizar doble turno para cubrir la demanda diaria.

Cada vez que se requiera, dar días libres extras a quienes han realizado doble turno en el área de salones, compensando así la sobrecarga de trabajo. Esto se puede entender también como llamar a trabajar a menos garzones faeneros en el día de baja demanda.

Las compensaciones de esta estrategia de aplicación se cumplen eficazmente para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del año 2014 (Ver Anexos desde 13.2 a 13.7).

9.7 Análisis mensual de costos para el año 2014

A continuación se realiza una comparación entre los costos asociados estrictamente a sueldos y salarios correspondientes a los garzones fijos y faeneros que han estado trabajando desde el mes de marzo 2014, con los que resultan luego de aplicar el modelo 5. Este análisis se realiza para el mes de marzo, abril, junio, julio y agosto 2014 (se reserva los datos de mayo, por parte de la empresa).

Tabla 15: Comparación entre Costos reales y Costos resultado del modelo 5

Mes	N° Fijos	Costo Fijos	N° Faeneros	Costo Faeneros	Costo Total	Costo real
MAR	14	\$ 4.200.000	9	\$ 2.527.200	\$ 6.727.200	\$ 7.428.928
ABR	14	\$ 4.200.000	9	\$ 2.246.400	\$ 6.446.400	\$ 7.978.712
MAY	16	\$ 4.800.000	11	\$ 3.260.400	\$ 8.060.400	-
JUN	16	\$ 4.800.000	10	\$ 2.652.000	\$ 7.452.000	\$ 5.035.461
JUL	17	\$ 5.100.000	11	\$ 2.917.200	\$ 8.017.200	\$ 8.478.994
AGO	17	\$ 5.100.000	11	\$ 3.260.400	\$ 8.360.400	\$ 9.413.600

Las columnas Costo Total y Costo real presentan el costo total de la propuesta dada por el modelo 5 y el costo real asignado a sueldos para el mes (respectivamente).

Se puede apreciar que en casi todos los meses (salvo en junio), el costo total en sueldos y salarios es menor para el modelo 5. Al hacer la sumatoria de los 5 meses (sin contar datos para mayo) se puede apreciar un ahorro total de \$1.332.495 para la primera parte del período de evaluación.

10. Conclusiones

Rosa Agustina Conference ha aumentado considerablemente sus ventas, especialmente en los últimos 2 años (se espera un aumento de 50% en la demanda para el 2014).

Este aumento en la demanda no ha sido compensado con la cantidad de personal requerido en algunas de las áreas más importantes del resort. El área de salones ha sufrido por la sobrecarga laboral y el ambiente laboral que conlleva esto.

Se ha realizado una planificación de personal que ayuda a responder ¿cuántos garzones se debe mantener en cada período? ¿Qué horarios se le debe asignar a cada uno? Y, ¿cuál es el costo que tiene asociado?

Los pronósticos de demanda son esenciales en esta tarea. Se realizan mediante el método de descomposición y un ajuste (de 10%) que se justifica con el aumento de las ventas del último año.

El número de garzones que se obtiene como resultado de la programación, está sujeto al error en los pronósticos de demanda, y algunas externalidades importantes como el avance de la economía nacional y su impacto en la industria del turismo. Por esta razón, los resultados no son la solución exacta para el problema de las contrataciones para cada período, aunque pueden servir de ayuda para tener una idea bastante bien aproximada de qué hacer en cada mes.

Los resultados se han representado considerando que cada garzón puede atender a un máximo de 50 clientes en un turno. Mientras que en capacidad normal, un garzón debe atender a 40 clientes en cada turno.

En este sentido, se debe realizar lo expuesto en esta memoria bajo la siguiente estrategia:

Ante una demanda por sobre los pronósticos, se debe considerar el uso de personal por faena, manteniendo una lista de garzones faeneros que complementen el trabajo de los garzones fijos en cada período (el largo de esta lista está dado en el modelo). Además, si aún no es posible cubrir la demanda, se debe trabajar turnos dobles.

Por otra parte, ante una demanda que esté por debajo de los pronósticos, se debe usar la capacidad ociosa para realizar otro tipo de tareas en el área, tales como el aseo a fondo de los salones, conteo de productos en inventario, capacitaciones, etc. Además, se debe compensar a quienes realizaron turnos dobles en períodos anteriores.

Con esta estrategia, se ha comprobado para los meses marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto 2014, que los días en que se requiere turnos dobles son mucho menos que los días en que se puede compensar a quienes han tenido turnos dobles.

11. Discusión

El motivo de esta sección es comentar acerca de la aplicabilidad del plan de personal a las demás áreas de operaciones presentes en el resort.

Para considerar nuevas aplicaciones, es preciso definir nuevamente los parámetros utilizados en el modelo de programación, dependiendo del área que se quiera evaluar. En este sentido, las áreas con mayor necesidad de planificación (luego de los garzones), es el área de Mucamas y el Buffet.

Para planificar el área de las mucamas, será preciso definir el parámetro “a” como el “número de habitaciones que una mucama debe asear en un turno de trabajo”, Y los pronósticos de demanda estarán referidos al número de habitaciones que se ocupará en cada período (que puede ser un mes o una semana). Con esto, se buscará el número óptimo de mucamas con contrato fijo que debe tener el resort para cada mes del año.

Por otra parte, en el área de Buffet será preciso definir algunos parámetros nuevos, principalmente referidos al “número de trabajadores que se requiere para permanecer en el sector de postres”, “número de trabajadores que se requiere para permanecer en el sector de ensaladas”, o “número de trabajadores que se requiere en el puesto de los vegetales y preparación de ensaladas”, sabiendo que estas cantidades son independientes del número de clientes que se haya pronosticado para el período.

12. Referencias

- [1] Rodríguez, J. O., Subías, A. C., & Moreno, R. P. (2004). *Programación de horarios semanales de trabajadores polivalentes en un centro de servicios* (Doctoral dissertation, Tesis doctoral. Barcelona).
- [2] Corominas, A., & Pastor, R. (2000). Planificación y programación de horarios en servicios con demanda estacional. In *XXV Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*.
- [3] Ojeda, J., Corominas, A., & Pastor, R. (2003, September). Programación de horarios de trabajadores polivalentes y asignación simultánea de tareas a las categorías. In *V Congreso de Ingeniería de Organización*.
- [4] García, A. L., Subías, A. C., & Moreno, R. P. (2001, September). PLANIFICACIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO CON JORNADA ANUALIZADA: CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS. In *IV Congreso de Ingeniería de Organización*.
- [5] Corominas, A., Coves, M., Lusa, A., Martínez, C., Ojeda, J., Pastor, R., & Rúa, C. (2002, September). Organización del Tiempo de Trabajo, con Jornada Anualizada, en la Industria y en los Servicios*. In *II Conferencia de Ingeniería de Organización* (pp. 633-640).
- [6] Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2001). *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios*. McGraw-Hill Interamericana.

13. Anexos

13.1 Análisis de encuestas

	Buffet (personal)	Buffet (alimentos)	Recepción	Patios(personal)
Muy buena	60	55	48	54
Buena	15	20	27	20
Regular	7	3	5	5
Mala			1	
TOTAL	82	78	81	79

	Patios(entorno)	Salones(personal)	Salones(orden)
Muy buena	49	53	49
Buena	28	18	20
Regular	3	4	5
Mala			1
TOTAL	80	75	75

13.2 Análisis de capacidad para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2013

13.2.1 Octubre

OCTUBRE	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
363	7	175	no	188	doble turno	8	0
421	8	200	no	221	doble turno	9	0
370	22	550	si	0		0	7
569	22	550	no	19	repartir turno	1	0
569	22	550	no	19	repartir turno	1	0
0	17	425	si	0		0	17
210	7	175	no	35	repartir turno	1	0
185	7	175	no	10	repartir turno	0	0
533	8	200	no	333	doble turno	13	0
21	22	550	si	0		0	21
223	22	550	si	0		0	13
582	22	550	no	32	repartir turno	1	0
335	16	400	si	0		0	3
86	7	175	si	0		0	4
102	7	175	si	0		0	3
367	8	200	no	167	doble turno	7	0
131	22	550	si	0		0	17
588	22	550	no	38	repartir turno	2	0
760	22	550	no	210	doble turno	8	0
259	17	425	si	0		0	7
25	7	175	si	0		0	6
8	7	175	si	0		0	7
67	8	200	si	0		0	5
317	22	550	si	0		0	9
797	22	550	no	247	doble turno	10	0
808	22	550	no	258	doble turno	10	0
82	16	400	si	0		0	13
86	7	175	si	0		0	4
174	7	175	si	0		0	0
64	8	200	si	0		0	5
769	22	550	no	219	doble turno	9	0
						80	140
							60
						Sobrecarga laboral :	0,17547253

13.2.2 Noviembre

NOVIEMBRE	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
1.144	21	525	no	619	doble turno	25	0
678	21	525	no	153	doble turno	6	0
459	18	450	no	9	repartir turnos	0	0
48	4	100	si	0		0	2
184	4	100	no	84	repartir turnos	3	0
255	4	100	no	155	doble turno	6	0
528	21	525	no	3	repartir turnos	0	0
1.381	21	525	no	856	doble turno	34	0
933	21	525	no	408	doble turno	16	0
270	18	450	si	0		0	7
336	4	100	no	236	doble turno	9	0
170	4	100	no	70	repartir turnos	3	0
461	4	100	no	361	doble turno	14	0
905	21	525	no	380	doble turno	15	0
654	21	525	no	129	repartir turnos	5	0
857	21	525	no	332	doble turno	13	0
413	18	450	si	0		0	1
58	4	100	si	0		0	2
85	4	100	si	0		0	1
131	4	100	no	31	repartir turnos	1	0
555	21	525	no	30	repartir turnos	1	0
790	21	525	no	265	doble turno	11	0
1.409	21	525	no	884	doble turno	35	0
937	18	450	no	487	doble turno	19	0
79	4	100	si	0		0	1
249	4	100	no	149	repartir turnos	6	0
270	4	100	no	170	doble turno	7	0
449	21	525	si	0		0	3
964	21	525	no	439	doble turno	18	0
1.330	21	525	no	805	doble turno	32	0
						282	17
							-265
						sobrecarga laboral:	0,68164251

13.2.3 Diciembre

181	30	750	si	0		0	23
85	5	125	si	0		0	2
777	5	125	no	652	doble turno	26	0
142	6	150	si	0		0	0
468	34	850	si	0		0	15
1.040	34	850	no	190	doble turno	8	0
1.402	34	850	no	552	doble turno	22	0
549	30	750	si	0		0	8
63	5	125	si	0		0	2
150	5	125	no	25	repartir turno	1	0
140	6	150	si	0		0	0
450	34	850	si	0		0	16
1.172	34	850	no	322	doble turno	13	0
1.165	34	850	no	315	doble turno	13	0
391	30	750	si	0		0	14
244	5	125	no	119	repartir turno	5	0
179	5	125	no	54	repartir turno	2	0
730	6	150	no	580	doble turno	23	0
671	34	850	si	0		0	7
644	34	850	si	0		0	8
1.180	34	850	no	330	doble turno	13	0
647	30	750	si	0		0	4
248	5	125	no	123	repartir turno	5	0
130	5	125	no	5	repartir turno	0	0
252	6	150	no	102	repartir turno	4	0
1.015	34	850	no	165	doble turno	7	0
1.473	34	850	no	623	doble turno	25	0
776	34	850	si	0		0	3
633	34	850	si	0		0	9
1.071	5	125	no	946	doble turno	38	0
572	5	125	no	447	doble turno	18	0
						222	112
							-110
						Sobrecarga laboral:	0,3490566

13.3. Análisis de capacidad para el mes de Marzo 2014

MARZO	n°garzones	Capacidad	cube?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
828	23	575	no	253	doble turno	10	0
497	15	375	no	122	repartir turno	0	0
171	10	250	si	0		0	3
135	10	250	si	0		0	5
123	8	200	si	0		0	3
132	23	575	si	0		0	18
803	23	575	no	228	doble turno	9	0
884	23	575	no	309	doble turno	12	0
780	17	425	no	355	doble turno	14	0
114	10	250	si	0		0	5
276	10	250	no	26	repartir turno	0	0
323	8	200	no	123	repartir turno	0	0
477	23	575	si	0		0	4
515	23	575	si	0		0	2
810	23	575	no	235	doble turno	9	0
581	15	375	no	206	doble turno	8	0
156	10	250	si	0		0	4
172	10	250	si	0		0	3
113	8	200	si	0		0	3
305	23	575	si	0		0	11
379	23	575	si	0		0	8
650	23	575	no	75	repartir turno	0	0
618	17	425	no	193	doble turno	8	0
35	10	250	si	0		0	9
12	10	250	si	0		0	10
14	8	200	si	0		0	7
31	23	575	si	0		0	22
337	23	575	si	0		0	10
648	23	575	no	73	repartir turno	0	0
532	17	425	no	107	repartir turno	0	0
132	10	250	si	0		0	5
						71	131
							\$ 931.632
						sobrecarga laboral:	-0,11896414

13.4. Análisis de capacidad para el mes de Abril 2014

ABRIL	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	compensar
623	10	250	no	373	doble turno	15	0
905	8	200	no	705	doble turno	28	0
464	23	575	si	0		0	4
551	23	575	si	0		0	1
413	23	575	si	0		0	6
323	15	375	si	0		0	2
63	10	250	si	0		0	7
384	10	250	no	134	repartir turno	0	0
374	8	200	no	174	repartir turno	0	0
385	23	575	si	0		0	8
314	23	575	si	0		0	10
565	23	575	si	0		0	0
556	17	425	no	131	repartir turno	0	0
51	10	250	si	0		0	8
40	10	250	si	0		0	8
49	8	200	si	0		0	6
291	23	575	si	0		0	11
686	23	575	no	111	repartir turno	0	0
737	23	575	no	162	repartir turno	0	0
707	15	375	no	332	doble turno	13	0
211	10	250	si	0		0	2
295	10	250	no	45	repartir turno	0	0
311	8	200	no	111	repartir turno	0	0
216	23	575	si	0		0	14
415	23	575	si	0		0	6
819	23	575	no	244	doble turno	10	0
597	17	425	no	172	doble turno	7	0
69	10	250	si	0		0	7
21	10	250	si	0		0	9
51	8	200	si	0		0	6
						73	118
							\$ 706.368
						Sobrecarga laboral:	-0,0963404

13.5. Análisis de capacidad para el mes de Mayo 2014

MAYO	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
507	27	675	si	0		0	7
627	27	675	si	0		0	2
627	27	675	si	0		0	2
424	18	450	si	0		0	1
127	10	250	si	0		0	5
132	10	250	si	0		0	5
270	12	300	si	0		0	1
261	27	675	si	0		0	17
750	27	675	no	75	repartir turno	0	0
494	27	675	si	0		0	7
583	20	500	no	83	repartir turno	0	0
110	10	250	si	0		0	6
352	10	250	no	102	repartir turno	0	0
352	12	300	no	52	repartir turno	0	0
371	27	675	si	0		0	12
491	27	675	si	0		0	7
740	27	675	no	65	repartir turno	0	0
645	18	450	no	195	doble turno	8	0
28	10	250	si	0		0	9
52	10	250	si	0		0	8
124	12	300	si	0		0	7
284	27	675	si	0		0	16
644	27	675	si	0		0	1
783	27	675	no	108	repartir turno	0	0
665	20	500	no	165	doble turno	7	0
336	10	250	no	86	repartir turno	0	0
323	10	250	no	73	repartir turno	0	0
356	12	300	no	56	repartir turno	0	0
508	27	675	si	0		0	7
387	27	675	si	0		0	12
662	27	675	si	0		0	1
						14	131
						\$	1.815.840
Sobrecarga laboral:							-0,191133005

13.6. Análisis de capacidad para el mes de Junio 2014

JUNIO	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
603	17	425	no	178	doble turno	7	0
23	10	250	si	0		0	9
78	10	250	si	0		0	7
102	12	300	si	0		0	8
161	26	650	si	0		0	20
463	26	650	si	0		0	7
594	26	650	si	0		0	2
571	19	475	no	96	repartir turno	4	0
40	10	250	si	0		0	8
30	10	250	si	0		0	9
73	12	300	si	0		0	9
117	26	650	si	0		0	21
381	26	650	si	0		0	11
781	26	650	no	131	repartir turno	5	0
558	17	425	no	133	repartir turno	5	0
62	10	250	si	0		0	8
61	10	250	si	0		0	8
60	12	300	si	0		0	10
64	26	650	si	0		0	23
400	26	650	si	0		0	10
617	26	650	si	0		0	1
600	19	475	no	125	repartir turno	5	0
27	10	250	si	0		0	9
14	10	250	si	0		0	9
9	12	300	si	0		0	12
11	26	650	si	0		0	26
486	26	650	si	0		0	7
629	26	650	si	0		0	1
580	19	475	no	105	repartir turno	4	0
20	10	250	si	0		0	9
						31	243
							\$ 3.313.440
						Sobrecarga laboral:	-0,392606285

13.7. Análisis de capacidad para el mes de Julio 2014

JULIO	n°garzones	Capacidad	cubre?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
9	11	275	si	0		0	11
17	12	300	si	0		0	11
69	28	700	si	0		0	25
598	28	700	si	0		0	4
684	28	700	si	0		0	1
655	19	475	no	180	doble turno	7	0
46	11	275	si	0		0	9
72	11	275	si	0		0	8
203	12	300	si	0		0	4
496	28	700	si	0		0	8
916	28	700	no	216	doble turno	9	0
754	28	700	no	54	repartir turno	0	0
713	20	500	no	213	doble turno	9	0
321	11	275	no	46	repartir turno	0	0
353	11	275	no	78	repartir turno	0	0
603	12	300	no	303	doble turno	12	0
832	28	700	no	132	doble turno	5	0
901	28	700	no	201	doble turno	8	0
887	28	700	no	187	doble turno	7	0
812	19	475	no	337	doble turno	13	0
373	11	275	no	98	repartir turno	0	0
454	11	275	no	179	doble turno	7	0
375	12	300	no	75	repartir turno	0	0
445	28	700	si	0		0	10
464	28	700	si	0		0	9
639	28	700	si	0		0	2
522	20	500	no	22	repartir turno	0	0
186	11	275	si	0		0	4
158	11	275	si	0		0	5
286	12	300	si	0		0	1
208	28	700	si	0		0	20
						78	132
							\$ 840.528
						Sobrecarga laboral:	-0,0896506

13.8. Análisis de capacidad para el mes de Agosto 2014

AGOSTO	n°garzones	Capacidad	cube?	diferencia	Solución	EXTRAS	Compensar
1.268	28	700	no	568	doble turno	23	0
659	28	700	si	0		0	2
657	19	475	no	182	repartir turno	7	
570	11	275	no	295	doble turno	12	
130	11	275	si	0		0	6
146	12	300	si	0		0	6
198	28	700	si	0		0	20
1.174	28	700	no	474	doble turno	19	
840	28	700	no	140	repartir turno	6	
844	20	500	no	344	doble turno	14	
443	11	275	no	168	doble turno	7	
433	11	275	no	158	doble turno	6	
119	12	300	si	0		0	7
1.258	28	700	no	558	doble turno	22	
524	28	700	si	0		0	7
680	28	700	si	0		0	1
545	19	475	no	70	repartir turno	3	
72	11	275	si	0		0	8
73	11	275	si	0		0	8
72	12	300	si	0		0	9
256	28	700	si	0		0	18
552	28	700	si	0		0	6
603	28	700	si	0		0	4
539	20	500	no	39	repartir turno	2	
11	11	275	si	0		0	11
41	11	275	si	0		0	9
114	12	300	si	0		0	7
153	28	700	si	0		0	22
372	28	700	si	0		0	13
645	28	700	si	0		0	2
603	28	700	si	0		0	4
						120	170
							\$ 783.744
						Sobrecarga laboral:	-0,0792429

13.9. CÓDIGO DEL MODELO 1

ARCHIVO DE DATOS (.dat):

data;

set H:= 1 2 3 4 5 6;

set T := 1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12;

param a:= 50; #numero máximo de clientes que un garzón puede llegar a atender por turno, en promedio

param b:= 50; #numero de clientes que un garzón debe atender por turno, en promedio

param S1 := 300000;# sueldo mensual promedio de un garzón fijo (bruto)

param S2 := 15600; #sueldo diario promedio de un garzón faenero (bruto)

param Cc := 20000; #costo de contratar a un garzón

param Cd := 50000; #costo por despedir a un garzón

param Nd_t := #número de días del mes

1 31

2 30

3 31

4 30

5 31

6 31

7 30

8 31

9 30

10 31

11 31

12 29;

param D_t:= # demanda del mes t

1 20849

2 20675

3 23427

4 14787

5 25292

6 24670

7 17745

8 19005

9 30142

10 33721

11 25603

12 33689;

param costo_h:= # costo máximo de asignar el horario h a un garzón

1 93600

2 93600

3 93600

4 93600

5 93600

6 93600;

param Nd1_t:= # número de días (entre el jueves y domingo) totales que tiene
el mes t

1 18

2 16

3 19

4 17

5 17

6 19

7 16

8 18

9 18

10 16

11 19

12 16;

ARCHIVO DEL MODELO (.mod)

#-----

PROBLEMA DE ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE GARZONES POR PERÍODO

#-----

set H;

set T;

param costo_h {H};

param a;

param b;

param S1;

param S2;

param Cc;

param Cd;

param D_t {T};

param Nd_t {T};

param Nd1_t {T};

var G_t {T} integer; # numero de garzones fijos a
contratar en el período t

var C_ht{H, T} integer ; # numero de garzones fijos que
toman el horario h en el período t

var NFNC_t{T} integer; # número de faeneros
necesarios para cubrir la demanda (aparte de los que se consideran para
cubrir los días libres)

var NFC_t{T} integer; #numero de faeneros que
cubren los días libres de los garzones fijos

var H_t{T} integer; #contratos del período t

var L_t{T} integer; #despidos del período t

var O_t{T} integer; #capacidad ociosa

var I_t{T} integer; #demanda insatisfecha vista
como n° de garzones faltantes

minimize Costo_total:

$\sum\{t \text{ in } T\} G_t[t]*S1+$ #salarios por garzon fijo
 $\sum\{t \text{ in } T\} Cc*H_t[t] +$ #costo de contratar garzones
 $\sum\{t \text{ in } T\} Cd*L_t[t] +$ #costo de despedir garzones
 $\sum\{t \text{ in } T\} NFNC_t[t]*S2*Nd1_t[t] +$ # costo de faeneros no
considerados
 $\sum\{t \text{ in } T\} O_t[t]*S2/3 +$ # costo por capacidad ociosa
 $\sum \{t \text{ in } T\} I_t[t]*S2 +$ # costo por demanda
insatisfecha
 $\sum \{t \text{ in } T, h \text{ in } H\} costo_h[h]*C_ht[h,t];$ # costo de faeneros
considerados

subject to demanda $\{t \text{ in } T\}: G_t[t] \geq (D_t[t]/b)/Nd_t[t];$ #satisfacer
la demanda del promedio diario de cada mes

subject to demanda1 $\{t \text{ in } T\}: \sum \{h \text{ in } H\} C_ht[h,t] = G_t[t];$ #asigar
horarios a cada garzón

subject to homegeneidad $\{h \text{ in } H, t \text{ in } T\}: C_ht[h,t] \geq 2 ;$ #asignar
horarios de forma homogénea

subject to homogeneidad2 $\{h \text{ in } 1..6, t \text{ in } T\}: C_ht[h,t] \leq G_t[t]/3;$

subject to faeneros $\{t \text{ in } T\}: NFNC_t[t] \geq G_t[t]*(2.5 - 19/Nd1_t[t])/4;$ #el
numero de faeneros se calcula a partir de los fijos y considerando el
comportamiento semanal de la demanda

subject to faeneros2 $\{t \text{ in } T\}: NFC_t[t] \geq (G_t[t]*6)/Nd1_t[t];$ #numero
de faeneros que cubren los días libres de los garzones fijos

subject to contratos_2 $\{t \text{ in } 2..12\}: H_t[t] \geq G_t[t] - G_t[t-1];$

subject to despidos_2 $\{t \text{ in } 2..12\}: L_t[t] \geq G_t[t-1] - G_t[t];$

subject to cap_ociosa {t in T}: $O_t[t] \geq (G_t[t]*Nd_t[t] + NFC_t[t]*Nd1_t[t] - D_t[t])/b$;

subject to demanda_in {t in T}: $I_t[t] \geq D_t[t]/b - (G_t[t]*Nd_t[t] + NFC_t[t]*Nd1_t[t])$;

subject to naturaleza {t in T}: $G_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza2 {t in T, h in H}: $C_{ht}[h,t] \geq 0$;

subject to naturaleza3 {t in T}: $NFNC_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza4 {t in T}: $NFC_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza5 {t in T}: $H_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza6 {t in T}: $L_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza7 {t in T}: $O_t[t] \geq 0$;

subject to naturaleza8 {t in T}: $I_t[t] \geq 0$;

ARCHIVO EJECUTABLE (.run)

model parte11.mod;

data parte11.dat;

option solver gurobi_ampl;

solve;

display G_t, NFNC_t ,NFC_t , Costo_total, C_ht, H_t, L_t, I_t, O_t >>
resultados.txt;

display G_t ,NFNC_t ,NFC_t , Costo_total, C_ht;

print "costo asignar horarios:" ;

display sum{ h in H, t in T} C_ht[h,t]* costo_h[h];

```
print "costo por sueldos a garzones fijos:";
```

```
display sum{t in T} G_t[t]*S1;
```

```
print "costo por sueldos a garzones faeneros no considerados  
anteriormente:";
```

```
display sum{t in T} NFNC_t[t]*S2*Nd1_t[t];
```

```
print "costo de contratar garzones:";
```

```
display sum{t in T} Cc*H_t[t];
```

```
print "costo de despedir garzones:";
```

```
display sum{t in T} Cd*L_t[t];
```

```
print "costo de demanda no satisfecha:" ;
```

```
display sum {t in T} I_t[t]*S2;
```

```
print "costo por mantener capacidad ociosa:" ;
```

```
display sum{t in T} O_t[t]*S2/3;
```

```
print "costo por mano de obra:";
```

```
display Costo_total - (sum{t in T} O_t[t]*S2/3 + sum{t in T}I_t[t]*S2 + sum{t in  
T}Cd*L_t[t] + sum{t in T}Cc*H_t[t]);
```

13.10. Variaciones del código para los modelos 2 a 5

MODELO 2: El código es prácticamente el mismo. La diferencia se da sólo para el parámetro b, que ahora vale 40 y se debe modificar en el archivo de datos (.dat).

MODELO 3: Se debe modificar el parámetro b en el archivo de datos (debe valer 50). Además, en el archivo del modelo (.mod) se debe agregar las dos nuevas restricciones, de la siguiente forma:

subject to semestre_1 {t in 2..6}: $G_t[t] = G_t[t-1]$; # misma cantidad de garzones desde marzo hasta agosto

subject to semestre_2 {t in 8..12 } : $G_t[t] = G_t[t-1]$; # misma cantidad de garzones desde septiembre hasta diciembre

El resto del código es exactamente igual a los anteriores.

MODELO 4: La única diferencia con el código anterior (modelo 3), se da en el parámetro b. Este se debe variar en el archivo de los datos (.dat) para que su nuevo valor sea 40.

MODELO 5: En el archivo de datos, se debe cambiar el parámetro b (debe valer 50). En el archivo del modelo (.mod) se debe eliminar las restricciones 7 y 8, luego se debe agregar la restricción 9 de la siguiente forma:

subject to condición_2{t in 1..11}: $G_t[t+1] \geq G_t[t]$

13.11. Demostración de la fórmula NFNC

Sea:

G1: Número de garzones que hay en los días lunes, martes y miércoles (calculados como la suma para tales días).

G2: Número de garzones que hay en los días jueves, viernes, sábado y domingo (calculados como la suma para tales días).

G_t: Número de garzones fijos contratados en el período t.

Nd1_t: Número de días jueves, viernes, sábados y domingos que hay en el mes t.

NFNC_t: Número de faeneros no considerados en el cálculo inicial.

Por el análisis semanal, se sabe que:

$$\frac{G1}{0,25} = \frac{G2}{0,75}$$

Además, por definición:

$$G1 = \text{N}^\circ \text{ garzones (lunes + martes + miércoles)} = 3 \cdot (2/3) \cdot G_t$$

Esto se da porque en estos días sólo hay garzones fijos, y cada día un tercio de estos garzones se toma su día libre. Se multiplica por 3 para sumar los 3 días.

$$G2 = \text{N}^\circ \text{ garzones (jueves + viernes + sábado)} + \text{N}^\circ \text{ garzones (domingo),}$$

donde

N° garzones (jue-sab)= 3*(fijos + faenas considerados + faenas no considerados)

O como sigue,

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ garzones (jueves + viernes + s\u00e1bado)} \\ = 3 * (G_t + G_t * \frac{6}{Nd1_t} + NFNC_t) \end{aligned}$$

Esto se da porque en estos d\u00edas, la cantidad de garzones es la misma.

N° garzones (domingo) = fijos/2 + faenas considerados + faenas no considerados

$$N^{\circ} \text{ garzones (dom)} = \frac{G_t}{2} + G_t * \frac{6}{Nd1_t} + NFNC_t$$

Luego, reemplazando en la f\u00f3rmula inicial,

$$\frac{2 * G_t}{0,25} = \frac{3 * \left(G_t + G_t * \frac{6}{Nd1_t} + NFNC_t \right) + \frac{G_t}{2} + G_t * \frac{6}{Nd1_t} + NFNC_t}{0,75}$$

Despejando para NFNC_t, resulta lo siguiente:

$$NFNC_t = \frac{1}{4} * \left[G_t * \left(2,5 - \frac{1,9}{Nd1_t} \right) \right]$$

13.12. Mapa de Rosa Agustina Conference

El recinto cuenta con aproximadamente 15 [ha]. Sus principales instalaciones se muestran a continuación:



Ilustración 19: Mapa con las principales instalaciones del resort (Elaboración Propia desde Google Maps)

1: Recepción, Lobby y Oficinas de ventas

2: Comedor principal

3: Edificio de Convenciones (3 pisos)

4: Habitaciones

5: Spa y piscina temperada

6: Bar de Patio y piscinas

7: Cancha de Fútbol

8: Bodega de materiales de construcción

13.13. Línea de tiempo con los principales hitos de la empresa

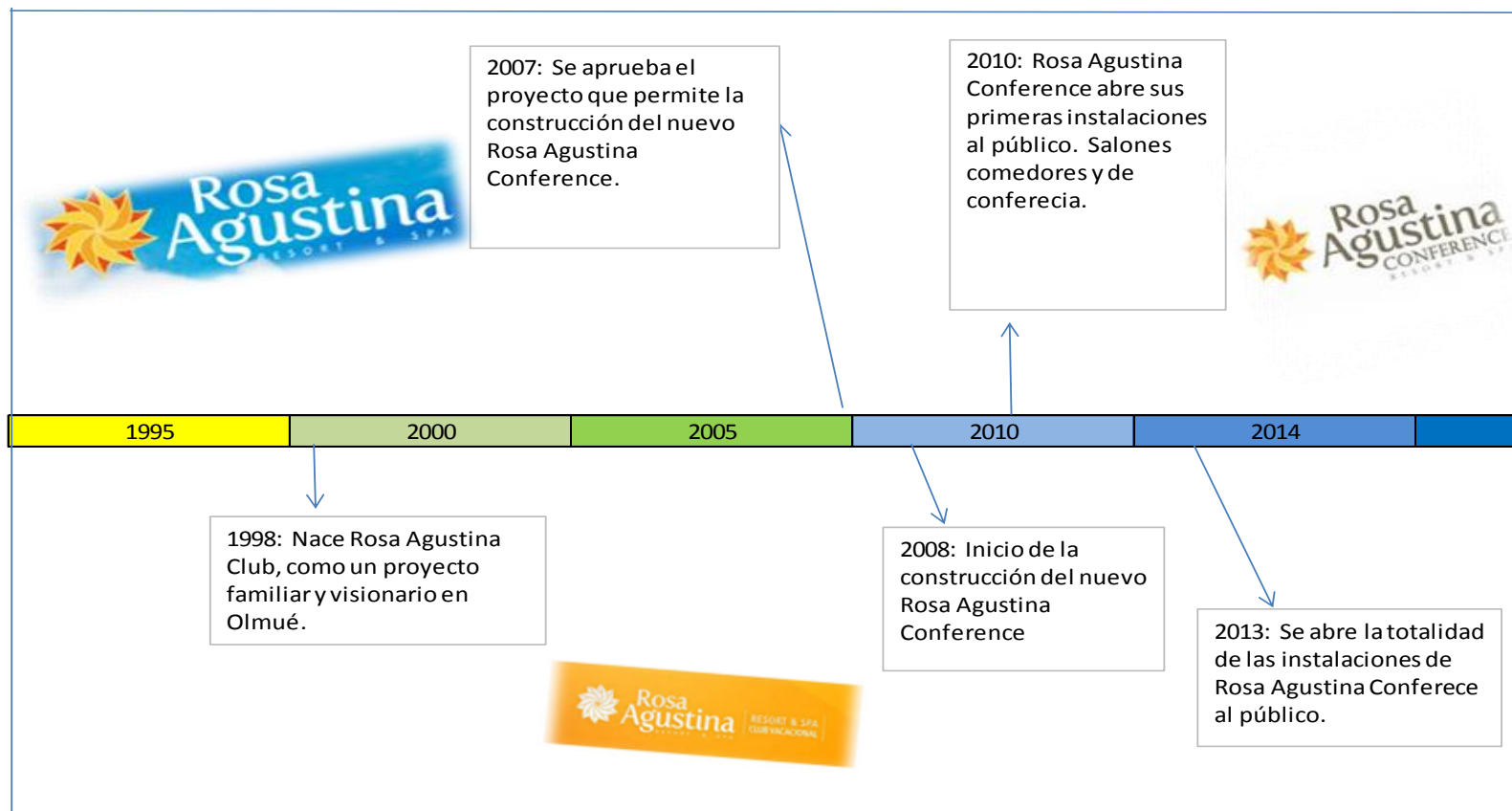


Ilustración 20: Línea de tiempo de Rosa Agustina (Elaboración Propia)