

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	Objetivo General.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
1.2	ESTRUCTURA DEL TRABAJO	4
1.3	APOYOS INSTITUCIONALES	4
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	RUTEO DE VEHÍCULOS	5
2.2	DISEÑO DE FLOTA	9
3	PROBLEMA A RESOLVER	10
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA.....	10
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA Y ESTADÍSTICAS.....	11
3.2.1	Zona geográfica	11
3.2.2	Caracterización de la demanda	15
3.2.3	Costos.....	20
3.3	DEFINICIÓN DEL MECANISMO DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	21
3.4	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.4.1	Construcción de un prototipo.....	23
3.4.2	Análisis del prototipo	23
3.4.3	Desarrollo problema real.....	23
3.4.4	Obtención y análisis de resultados.....	24
4	RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA, CASO REAL	25
4.1	CASO DEMANDA PROMEDIO.....	25
4.1.1	Características	25
4.1.2	Instancias.....	29
4.1.4	Resultados	31
4.1.5	Análisis de Resultados	35
4.1.6	Generación de un mecanismo de compensaciones	41
4.2	ANÁLISIS DE OTRAS SEMANAS PARA CASOS EXITOSOS.	48
4.2.1	Semana baja demanda.....	48
4.2.2	Semana alta demanda.....	52
4.2.3	Resumen resultados	56
4.2.4	Estrategia de compensación anual	60
5	CONCLUSIONES	62
6	BIBLIOGRAFÍA	68
7	ANEXOS	70
7.1	ANEXO A: PROTOTIPO 1.0	70
7.1.1	Características	70
7.1.2	Resultados	75
7.1.3	Análisis de resultados	76
7.2	ANEXO B: PROTOTIPO 2.0	80
7.2.1	Modificaciones al Prototipo 1.0	80
7.2.2	Resultados	82
7.2.3	Conclusiones prototipos.....	88
7.3	ANEXO C: RESULTADOS CASO REAL DEMANDA PROMEDIO.....	90
7.3.1	Análisis de otros factores	90

7.3.2	Análisis considerando sólo el tiempo de servicio para la calidad de servicio.....	92
7.3.3	Tomando en cuenta un polinomio entre a y b.....	93
7.3.4	Análisis de rutas.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Zonas de estudio	13
Tabla 2 Centroides Zona de Estudio.....	14
Tabla 3 Demanda diaria promedio	17
Tabla 4 Distribución diaria de la demanda.....	25
Tabla 5 Distribución de la demanda por hora.....	26
Tabla 6 Demanda por cliente/zona	27
Tabla 7 Llamados por tipo de servicio	27
Tabla 8 Instancias estudiadas caso demanda promedio.....	30
Tabla 9 Resultados Caso Real, demanda media	31
Tabla 10 Ahorro semanal vs instancia de 26 técnicos con demanda media.....	35
Tabla 11 Ahorro semanal vs instancia con 27 técnicos y demanda media.....	36
Tabla 12 Resultados casos exitosos comparando con 26 técnicos, demanda media.....	38
Tabla 13 Resultados casos exitosos comparando con 27 técnicos y demanda media.....	40
Tabla 14 Ahorro y cantidad de clientes y ventanas relajadas para cada instancia, demanda media	43
Tabla 15 Resultados caso exitoso comparando con 26 técnicos y relajando a 400 minutos.....	45
Tabla 16 Clientes con mayor número de llamados caso demanda media	46
Tabla 17 Comparación estrategias de compensación	46
Tabla 18 Distribución diaria de la demanda	48
Tabla 19 Top 10 de clientes con mayor número de llamados	49
Tabla 20 Resultados casos exitosos semana baja demanda.....	51
Tabla 21 Distribución diaria de la demanda	52
Tabla 22 Top 10 de clientes con mayor número de llamados	53
Tabla 23 Resultados casos exitosos semana alta demanda.....	54
Tabla 24 Resumen semanal de relajar las ventanas a 400 minutos v/s tener un técnico más.	56
Tabla 25 Resumen comparación de relajar las ventanas a 600 minutos v/s tener un técnico más.....	57
Tabla 26 Resumen comparación de relajar las ventanas a 400 minutos v/s tener dos técnico más.	57
Tabla 27 Resumen comparación de relajar las ventanas a 600 minutos v/s tener dos técnico más.	58
Tabla 28 Resumen estrategia planteadas	58
Tabla 29 Resumen comparación de relajar las ventanas a 600 minutos v/s tener un técnico más.....	60
Tabla 30 resultado mensual - 25 técnicos y 2 clientes con ventanas relajadas a 600 minutos.....	60
Tabla 31 Test Chi Squared para el nivel de demanda mensual	60
Tabla 32 Comportamiento anual del sistema	61
Tabla 33 Costos por llamado	61
Tabla 34 Distribución Diaria de la demanda	71
Tabla 35 Distribución de la demanda por hora.....	71
Tabla 36 Distribución de la demanda por cliente/comuna	72
Tabla 37 Llamados por tipo de cliente	73
Tabla 38 Llamados por tipo de máquina	73
Tabla 39 Matriz de distancias.....	74
Tabla 40 Resultados Prototipo 1.0.....	75
Tabla 41 Comparación de resultados.....	77
Tabla 42 Comparación Ejemplo.....	79

Tabla 43 Resultados Prototipo 2.0.....	82
Tabla 44 Costos Prototipo 2.0	83
Tabla 45 Resultados según polinomio de calidad de servicio Prototipo 2.0	86
Tabla 46 Resultados FO Prototipo 2.0 b.....	87
Tabla 47 Resultados Caso Real	91
Tabla 48 Resultados casos exitosos comparando con 26 técnicos	92
Tabla 49 Resultados para diferentes definiciones de calidad de servicio y 26 técnicos	94
Tabla 50 Resultados para diferentes definiciones de calidad de servicio y 27 técnicos	95
Tabla 51 Comparación de calidad de servicio de relajar las ventanas v/s aumentar un técnico. ..	96
Tabla 52 Comparación de calidad de servicio de relajar las ventanas v/s aumentar dos técnicos.	99
Tabla 53 Resultados casos exitosos.....	101
Tabla 54 Rutas Caso Base (25 técnicos)	102
Tabla 55 Rutas con relajación de ventanas a 400 minutos a clientes 1, 3, 4, y 2.	103
Tabla 56 Rutas con 26 técnicos y sin relajación de ventanas	104

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Gráfica de definición de tiempos	10
Figura 2 Histograma Demanda Mensual	16
Figura 3 Histograma Demanda Diaria.....	16
Figura 4 Comportamiento diario de la demanda	17
Figura 5 Distribución geográfica de la demanda.....	18
Figura 6 Ejemplo de definición de tiempo cuando se cumple la ventana de tiempo	29
Figura 7 Ejemplo de definición de tiempos cuando no se cumple la ventana de tiempo	29
Figura 8 Evolución violación de ventanas de tiempo para diferentes instancias	32
Figura 9 Costos semanales caso demanda media	33
Figura 10 Evolución Costos instancias demanda media	34
Figura 11 Ahorro semanal vs instancia de 26 técnicos y demanda media	37
Figura 12 Ahorro semanal vs instancia con 27 técnicos y demanda media	39
Figura 13 Ahorro por cliente de la relajación de ventanas v/s un número mayor de técnicos	43
Figura 14 Ahorro por servicio v/s un número mayor de técnicos	45
Figura 15 Distribución de la demanda por hora	49
Figura 16 Resultados violación de ventanas + costos para instancias demanda baja	50
Figura 17 Distribución de la demanda por hora	52
Figura 18 Resultados violación de ventanas + costos caso demanda alta	53
Figura 19 Mapa Zonas Prototipo 1.0.....	72
Figura 22 Calidad de Servicio de las diferentes instancias	85
Figura 23 Comparación Calidad de Servicio.....	88
Figura 24 Evolución tiempo de servicio para diferentes instancias	91
Figura 25 Evolución Over Time.....	92
Figura 26 Evolución diferencia de calidad de servicio con sistema de 26 técnicos.....	96
Figura 27 Evolución diferencia de calidad de servicio con sistema de 27 técnicos.....	99