

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Diseño e implementación de un sistema de control de gestión para el proceso logístico de una empresa dedicada a brindar servicios de mantenimiento a equipo en torres de transmisión

Trabajo de graduación presentado por Christoph Meier Iten para optar al grado académico de Ingeniería en Ciencias de la Administración

Guatemala,
2014

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



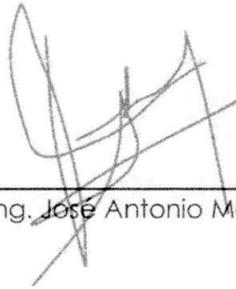
Diseño e implementación de un sistema de control de gestión para el proceso logístico de una empresa dedicada a brindar servicios de mantenimiento a equipo en torres de transmisión

Trabajo de graduación presentado por Christoph Meier Iten para optar al grado académico de Ingeniería en Ciencias de la Administración

Guatemala,

2014

Vo.Bo. Asesor

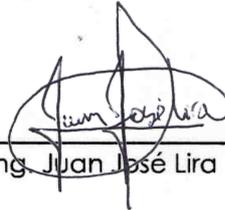


Ing. José Antonio Medrano

Vo.Bo. Terna Examinadora



Ing. José Antonio Medrano



Ing. Juan José Lira



Ing. Celso Cerezo

Fecha de aprobación: 9 de mayo de 2014

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS	4
A. Objetivo general.....	4
B. Objetivos específicos.....	4
IV. METODOLOGÍA.....	5
V. MARCO TEÓRICO	6
A. Sistemas de control de gestión (SCG)	6
B. Herramientas de análisis financiero.....	9
VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	11
A. Estructura organizacional.....	11
B. Estructura operativa.....	12
VII. MARCO PRÁCTICO	21
A. Análisis de la situación inicial	21
B. Variables clave.....	25
C. Línea base.....	28
D. Objetivos	30
E. Plan de acción e implementación	30
VIII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	43
A. Análisis cualitativo.....	43
B. Análisis cuantitativo	44
C. Impacto financiero	47
IX. CONCLUSIONES	51
X. RECOMENDACIONES	52
XI. BIBLIOGRAFÍA	53
XII. TERMINOLOGÍA	54
XIII. ANEXOS.....	55

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1: Periodicidad requerida por componente	13
Cuadro 2: Ejemplos de periodicidad de visita según componentes en torre	13
Cuadro 3: Tipos de mantenimientos.....	14
Cuadro 4: Frecuencias más comunes de mantenimientos	14
Cuadro 5: Segmento de una ruta sin asignar	15
Cuadro 6: Ejemplo de una ruta asignada para un técnico	16
Cuadro 7: Distribución de grupos de trabajo (febrero 2013)	18
Cuadro 8: Ejemplificación de un mes de ruta	19
Cuadro 9: Tiempos de mantenimiento (horas), noviembre 2013	29
Cuadro 10: Datos generales de recorrido para Preventivo/Correctivo	41
Cuadro 11: Seguimiento de varios indicadores de eficiencia.....	45
Cuadro 12: Gastos de mantenimiento hasta febrero 2014.....	46
Cuadro 13: Aumento en tiempos de mantenimiento, noviembre 2013 a febrero 2014.....	47
Cuadro 14: Flujos de efectivo	49
Cuadro 15: Flujos de efectivo (cont.).....	50

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Organización de áreas en el sur oriente del país, julio 2013.....	22
Figura 2: Áreas de cobertura demasiado grande, ruta de julio 2013	23
Figura 3: Defectos en áreas de cobertura de occidente	24
Figura 4: Acercamiento a una sección de la ruta de Quiché de junio 2013	31
Figura 5: Metodología de cobertura	32
Figura 6: Ruta de agosto 2013 de grupos de sur oriente, reconstruida.....	33
Figura 7: Reestructuración completada, ruta de octubre 2013	34
Figura 8: Ejemplo de un grupo de trabajo haciendo visitas	35
Figura 9: Fragmento de hoja de control para la ruta de un grupo.....	37
Figura 10: Fragmento del resumen por grupo	40
Figura 11: Control individual por grupo	42

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Crecimiento comparativo entre kilometraje y mantenimientos programados.....	25
Gráfica 2: Impacto de reestructuración de rutas en recorrido global	44
Gráfica 3: Tiempos de mantenimiento	46
Gráfica 4: Proyección de incrementos en recorrido	47
Gráfica 5: Costo histórico y proyección de galón de diésel	55
Gráfica 6: Rendimiento general de la flota (diésel)	55

RESUMEN

En este trabajo se presentan el proceso de identificación y corrección de ineficiencias en las operaciones de una empresa que brinda servicios de mantenimiento a equipo de telecomunicaciones. Para esto se implementa un sistema de control de gestión, lo cual resulta en una serie de mejoras en indicadores de la empresa, entre ellos la reducción del recorrido de la flota en un 26.4% y la reducción del costo promedio por vehículo en un 25%. El impacto financiero estimado es más de 3 millones de quetzales entre 2013 a 2015. Como recomendaciones finales, se propone introducir un sistema de compensación variable para los empleados y un plan de rotación basado en los indicadores medidos por el sistema de control de gestión, e introducir un software para automatizar la planeación de rutas.

ABSTRACT

This work presents the process of identifying and correcting inefficiencies in the operations of a business that provides maintenance services to telecommunications equipment. To achieve this, a management control system was implemented, resulting in an improvement in several indicators, including a reduction of 26.4% in the distance covered by the fleet and a reduction in the cost per vehicle of 25%. The financial impact of this is estimated at over 3 million quetzales between 2013 and 2015. The final recommendations consist of introducing a variable compensation system and a vehicle rotation plan based on the indicators measured by the management control system, as well as implementing new software to automate the route planning.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de telecomunicaciones es una de las que más ha evolucionado dentro del mercado guatemalteco en las últimas décadas. Desde la privatización de este sector comercial a finales de los 90's, han surgido tres grandes empresas que se dedican hoy en día a prestar este servicio en Guatemala: Tigo, Claro y Movistar.

Una de las características más importantes de esta industria es su continua evolución. Los rápidos cambios de tecnología han requerido enormes adaptaciones de infraestructura, que afectan de manera profunda la operación de estas empresas. Una de las actividades clave para la buena cobertura es, por lo tanto, el mantenimiento de toda la infraestructura relacionada a las torres de transmisión, que por la naturaleza del negocio requiere operaciones a nivel nacional. Guatemala, además, presenta desafíos únicos por su complicada topografía y el retraso en desarrollo que es común en áreas remotas en el interior del país.

Margesa S.A. es una empresa que se dedica a brindarle a una de las tres grandes empresas de telecomunicaciones (a partir de ahora simplemente identificada como “el cliente”) el servicio de mantenimiento a su red de torres de transmisión. El servicio consiste en dar mantenimiento preventivo y correctivo a dichas torres (a cuyas ubicaciones se les llama “sitios”) en toda la República de Guatemala, en particular a los componentes que aseguran el funcionamiento correcto del equipo en caso de que ocurra un corte en el suministro de energía de la red comercial. Dichos componentes son generadores eléctricos, bancos de baterías y paneles solares, en diferentes configuraciones. Margesa S.A. también brinda mantenimiento a los aparatos de refrigeración que se utilizan para mantener el equipo de transmisión en los sitios en temperaturas adecuadas de operación. Por último, Margesa S.A. también se encarga de realizar un mantenimiento estético a los sitios.

Por el rápido incremento en el número de mantenimientos programados a lo largo de los últimos años, se ha dificultado cada vez más el diseño de las rutas, que hasta antes que se implementaran las medidas discutidas en este trabajo, se diseñaban con el conocimiento de campo que los supervisores han adquirido a lo largo de los años, pero cuyas capacidades empiezan a ser insuficientes para manejar la logística de tantos grupos de trabajo. Estas dificultades han puesto al descubierto varias ineficiencias que se han manifestado en incrementos desproporcionados en los costos operativos de la empresa.

Este trabajo de graduación presenta el análisis y metodologías utilizados por la empresa Margesa S.A. para abordar el problema de crecientes costos de operación ligados a la flota de mantenimiento preventivo, y cuantifica su impacto financiero, así como detallar la implementación

de una nueva estructuración de la logística en la división de Mantenimiento Preventivo y Correctivo. Esto incluye monitorear meticulosamente indicadores de desempeño, con los cuales se tomaron acciones que redujeron las ineficiencias. Por último, se analizarán los efectos de dichas acciones en términos financieros.

II. JUSTIFICACIÓN

El objetivo de este proyecto es la implementación de un sistema de control de gestión que permita establecer indicadores clave para la operación de la empresa. Este será la base para la planeación, organización, dirección y control de las operaciones internas.

En el contexto específico de Margesa S.A. el motivador principal para dicha implementación es un desproporcionado incremento de los costos de operación en relación al aumento en cantidad de mantenimientos efectuados (es decir, el costo unitario por mantenimiento) a lo largo de los últimos años, lo cual por razones de rentabilidad ha sido una seria preocupación para la Junta Directiva. Esto desencadenó un proyecto exploratorio para la reducción de costos. Entre las propuestas con mayor potencial impacto se identificó el análisis y reestructuración de las rutas de mantenimiento, así como un monitoreo más minucioso de la flota de la empresa. A pesar de los controles poco robustos, ya se habían identificado algunas instancias graves de descontrol en el pasado. Por ejemplo, abusos por parte de los empleados, quienes por ejemplo utilizaban los vehículos para actividades personales. También se habían descubierto instancias de robo de insumos de trabajo importantes, como el diésel o aceite.

Otro aspecto que motiva la realización de este proyecto es la excesiva carga de responsabilidad en la planeación logística sobre los supervisores, cuya principal responsabilidad es el control de calidad. Los supervisores, hasta el momento de la realización de este estudio, eran los responsables de planear las rutas de mantenimiento. Sin embargo, el constante incremento en el tamaño y complejidad de las operaciones había causado que la planeación absorbiera casi completamente su tiempo, ya que nadie más tenía el conocimiento geográfico necesario para realizar esta labor sin asistencia de tecnología. Esto representaba un riesgo para la continuidad de las operaciones de Margesa S.A. en caso de su ausencia. Adicionalmente, la cantidad de tiempo que los supervisores necesitaban invertir para planificar las rutas tampoco les permitía ejecutar la supervisión de los mantenimientos en campo, lo cual representaba un serio problema de control de calidad, y podía poner en peligro la relación con el cliente.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Lograr una reducción en costos de operación en los que incurre Margesa S.A. con la flota de vehículos usada para actividades de mantenimiento preventivo a través de un análisis y reestructura de rutas y la implementación de un sistema control de gestión por medio de indicadores.

B. Objetivos específicos

1. Realizar un análisis crítico y reestructuración de las rutas de mantenimiento.
2. Definir indicadores en base a la información disponible que serán relevantes para determinar el desempeño pasado de la flota y definir procedimientos para darles seguimiento.
3. Utilizar los indicadores definidos para monitorear activamente el desempeño de la flota.
4. Medir los efectos de la implementación de los cambios.
5. Cuantificar el impacto financiero de las medidas tomadas.

IV. METODOLOGÍA

Como primer paso se analizaron las operaciones de la empresa, así como sus restricciones y obligaciones. Margesa cuenta con una operación complicada en términos logísticos, y fue importante entenderla a profundidad para poder sugerir soluciones viables.

El trabajo consistió en implementar un sistema de control de gestión para monitorear el comportamiento de la operación de Margesa. Se buscó (o, en su defecto, construyó) la información requerida, como por ejemplo datos de distancias recorridas, cantidad de eventos de emergencias, cantidad de mantenimientos programados y rendimiento de los vehículos, entre otros. Esta información fue la base para un análisis cuantitativo. Una vez estén definidos los parámetros que se querían medir, se realizó un diagnóstico de la situación de las rutas en julio de 2013 para establecer una línea base, contra la cual se pudo comparar más tarde.

Una pieza clave de información necesaria fue una base de datos geográfica de los sitios de mantenimiento, donde se visualizaron de manera gráfica sus ubicaciones por medio de un software de geo-localización (Google Earth Pro). Esto ayudó a realizar un análisis cualitativo para visualizar deficiencias y puntos de mejora, que por primera vez fue independiente del conocimiento de campo y experiencia de los supervisores. Con esto se pudo reconstruir las rutas de una manera más estructurada, para que los grupos de trabajo recorrieran menos distancia y se generara un ahorro en combustible y mantenimiento de vehículos.

Para medir los efectos, se crearon reportes personalizados, en los cuales se pudo dar seguimiento a las variables importantes que fueron seleccionadas. Se monitorearon las variables y se hizo un análisis detallado de su comportamiento, para determinar si se alcanzaron las metas establecidas.

Por último, se hizo un análisis financiero del impacto de estas medidas, para determinar si hubo un ahorro.

V. MARCO TEÓRICO

A. Sistemas de control de gestión (SCG)

Uno de los problemas más recurrentes en empresas es la falta de control interno, ya que muchas veces no existen estructuras internas enfocadas a la recolección y procesamiento de información con el propósito de medir eficiencias y mantener procesos bajo control. Según Person (2009), una estrategia clara y bien planteada ya no es suficiente para sobrevivir en estos tiempos modernos, sino que además se necesita buena ejecución, determinación, seguimiento y cumplimiento de objetivos [6]. Es precisamente ahí donde los sistemas de control de gestión son de vital importancia, ya que proveen las herramientas necesarias para asegurarse que los lineamientos estratégicos se traduzcan a procesos controlados, que puedan ser medidos y gestionados sistemáticamente.

Aunque el control de gestión es un término que se ha utilizado desde hace mucho tiempo, el término ha evolucionado, siguiendo los cambios en el entorno, especialmente en la tecnología y los recursos que las empresas deben dirigir para procesar información, controlar procesos internos y mantenerse eficientes. Como consecuencia, no hay en realidad un consenso de lo que un sistema de control es, aunque sí de lo que se busca hacer con él. Con un sistema de control de gestión se pretende mantener uno o varios procesos bajo control, es decir, se busca establecer medidas cuantificables con las cuales se puedan tomar decisiones que ayuden a dirigir el comportamiento en la dirección deseada [2]. Puede ser algo tan sencillo como un simple proceso de manufactura hasta la operación de una empresa con cientos de miles de empleados.

Por lo general, un sistema de control de gestión busca proveer información y proporcionar herramientas de soporte para la toma de decisiones. Las decisiones van dirigidas a alcanzar objetivos claramente definidos, los cuales se formulan cuando se identifica una necesidad, oportunidad de mejora o un problema. Para alcanzar esto, lo más común es aplicar una metodología sistemática que garantice una implementación ordenada [3].

1. Historia

Los orígenes del control de gestión (CG) se remontan a hace más de dos siglos. Frederick Winslow Taylor, a finales del siglo XIX, estableció las bases de controles de gestión, introduciendo varios conceptos de eficiencia interna en el ámbito industrial, como por ejemplo remuneraciones variables, definiciones de estándares, sistemas de costos, entre otros. Por muchos años, los avances

en este campo giraban en torno a la eficiencia en la producción, mejoramiento de procesos, recursos consumidos [9].

Más recientemente, durante el siglo XX, la creciente competitividad ha causado desarrollo en otras áreas. Con el tiempo, la eficiencia en la producción dejó de ser el único factor de éxito y empezaron a ser importantes otros factores. Especialmente después de la revolución tecnológica y la aparición de las computadoras, se volvió posible evaluar las empresas en áreas como atención al cliente, procesos administrativos, manejo de información, entre otros. A partir de este momento, el control de gestión se diversificó para convertirse en una práctica con muchas aplicaciones.

Hoy en día, herramientas como el Balanced Scorecard, TQM, JIT, Kaizen y muchos otros utilizan los principios de control de gestión, e incluso se utilizan para ese fin.

2. Sistemas de control de gestión desde el punto de vista de la teoría de la administración

Los sistemas de control de gestión utilizan conceptos del ciclo administrativo clásico: planeación, organización, dirección y control. Se trata de un ciclo de retroalimentación en el que se trazan objetivos, se diseñan estrategias para alcanzarlos, se implementan, se monitorean, y con base en los resultados se vuelve a empezar [8].

a) Planeación:

La planeación ocurre cuando se necesita preparar con anticipación una serie de acciones con la intención de seleccionar la mejor alternativa entre las posibilidades de acción. Para ello se formulan objetivos, que pueden ser de tres tipos: estratégicos (a largo plazo), tácticos (mediano plazo) y operacionales (corto plazo). Por lo general, la planeación se da en las siguientes cuatro dimensiones: procedimientos, presupuestos, programas o reglamentos.

b) Organización:

Cuando se necesitan cumplir objetivos específicos y se dirigen recursos para la ejecución de los mismos, se habla de organización. Organizar significa preparar y relacionar todos los recursos y personas que serán necesarios para cumplir objetivos, integrarlos y estructurarlos de manera lógica.

c) Dirección:

Dirigir consiste en llevar a cabo acciones concretas para cumplir los objetivos establecidos. Dependiendo del tipo de objetivo (estratégico, táctico u operacional), abarcará a la empresa entera, solamente a un departamento, o solo a un supervisor.

d) Control:

Consiste dirigir y regular las acciones que se llevan a cabo con la intención que se estén cumpliendo los objetivos de la mejor manera posible. Para poder controlar un proceso, es necesario que se establezcan estándares, que haya supervisión, que se comparen los resultados con estándares establecidos y que se corrijan los errores cuando aparezcan.

3. Metodología de implementación de un SCG

A continuación, se presentan una serie de pasos estructurados que comúnmente se utilizan para implementar sistemas de control de gestión:

a) Identificar el problema

Esta fase consiste en entender a profundidad qué es lo que está pasando y qué necesita ser cambiado, así como un conocimiento detallado de todo el entorno asociado. Entender los procesos actuales de una empresa en detalle es fundamental para poder identificar las fallas o potenciales mejoras en ellos.

Antes de poder identificar cualquier problema, es necesario obtener información. Cualquier sistema de control de gestión tiene como base información. Sin información no es posible transmitir conocimiento de una situación, entenderla o conceptualizar las dimensiones. La información es el primer paso para poder diagnosticar cualquier problema, y es necesaria para monitorear el comportamiento del mismo cuando se intenta reparar. Por esta razón, mientras más precisa sea la información recolectada, mejor será el análisis que permita entender la situación, y se obtendrán mejores resultados. Si la información es incompleta o equivocada, complica mucho la correcta interpretación y los resultados reales no concordarán con los indicadores medidos.

b) Identificación de variables clave de medición

Para poder atacar el problema, es necesario que se identifiquen y definan claramente las variables (también llamadas indicadores) con las que se puede medir cuantitativamente los aspectos relacionados al problema de estudio. Estas variables son las que se van a monitorear cuidadosamente para evaluar el rendimiento. Esto muchas veces va a requerir adquirir información que antes no se recolectaba. Es importante que se escojan pocas variables, las más importantes. De esta manera los esfuerzos pueden concentrarse solamente en los aspectos más importantes del problema o necesidad que se necesita atender. Klubeck (2011) define estos parámetros como “métricas”, con las cuales se pretende identificar los aspectos importantes que se necesitan para describir una situación de manera

que se pueda comprender con facilidad [7]. Las métricas están constituidas por información que, más que ser simplemente datos, ayuda a *entender* una situación.

c) Establecer la línea base (diagnóstico)

Una vez se tiene establecido qué variables son las más importantes, es necesario hacer un diagnóstico inicial de cuál es la situación actual, con lo que se establece una línea base contra la cual se podrán comparar los resultados de las medidas implementadas. Muchas veces la información no existe y se deberá generar, otras veces la información existe, pero nunca ha sido utilizada.

d) Formular objetivos claramente definidos

Con el conocimiento detallado de la situación inicial, se puede establecer metas concretas de lo que se desea alcanzar. Estos objetivos deben estar relacionados con las variables de medición, para que puedan ser medibles. Dependiendo del alcance del sistema de control de gestión, los objetivos pueden ser muy específicos y a corto plazo, u objetivos estratégicos que involucran procesos complejos y de muchas clases. Lo más importante es que el cumplimiento de los objetivos pueda ser cuantificable.

e) Formular un plan de acción e implementarlo

Esta parte consiste en diseñar e implementar soluciones y herramientas personalizadas para los problemas específicos que se identificaron. Las soluciones deben estar específicamente diseñadas para facilitar la gestión de las variables elegidas y hacerlas llegar a los objetivos por medio de un monitoreo perpetuo, haciendo los ajustes necesarios conforme se recopila información.

f) Medición y evaluación

Una vez puesto en marcha el plan de acción, es necesario monitorear cuidadosamente las variables de control, hacer mejoras y correcciones si fuera necesario, y dirigir los cambios de tal manera que se haga todo lo posible por alcanzar los objetivos trazados.

En este caso se estudiará un sistema de control de gestión que se implementó en un proceso de logística de una empresa, específicamente en el proceso de planificación y estructuración de rutas, y los aspectos más importantes relacionados a la medición del rendimiento de la flota.

B. Herramientas de análisis financiero

Para poder valorar correctamente un proceso temporal que involucra flujos de efectivo, es necesario utilizar ciertas herramientas financieras que cuantifican adecuadamente el valor del dinero

en el tiempo y con las cuales se puede cuantificar el valor de flujos futuros. A continuación se presentan algunos de los conceptos importantes que se utilizarán en este trabajo.

1. Tasa de descuento

La tasa de descuento, o tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) es la representación del comportamiento del dinero en el tiempo. Es lo que se espera que el dinero rinda en un proyecto de inversión para que se considere que vale la pena realizarlo. En otras palabras, la tasa de descuento expresa el costo de oportunidad del dinero. Se utiliza para valuar flujos de efectivo futuros o esperados. Típicamente, la tasa de descuento se compone de la siguiente manera:

$$i = \text{Tasa de rendimiento esperada} + \text{Inflación} + \text{Prima de riesgo}$$

La tasa de rendimiento esperada es lo se espera que el dinero rinda en un proyecto de inversión bajo condiciones ideales. Adicionalmente, se debe cubrir el costo por la inflación, que causa que el dinero se devalúe. También se incluye un factor de riesgo, que varía según el país, el tipo de inversión y otros factores.

2. Método VPN

El método VPN (valor presente neto) es un método de valuación de proyectos que consiste en descontar todos los flujos para sumarlos en el momento inicial. Si es un proyecto de inversión, un VPN mayor que 0 significa que se cubren las expectativas de rendimiento y el proyecto debe realizarse, mientras que si se trata de un análisis de reemplazo, la alternativa con el mayor VPN es la que se debe elegir.

3. Método TIR

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa que iguala una serie de flujos de efectivo de un proyecto a 0. Si la TIR es mayor a la tasa de descuento, significa que el proyecto supera las expectativas de rendimiento. Si la TIR es menor a la tasa de descuento, significa que no se cubren las expectativas y no se debe realizar el proyecto.

VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

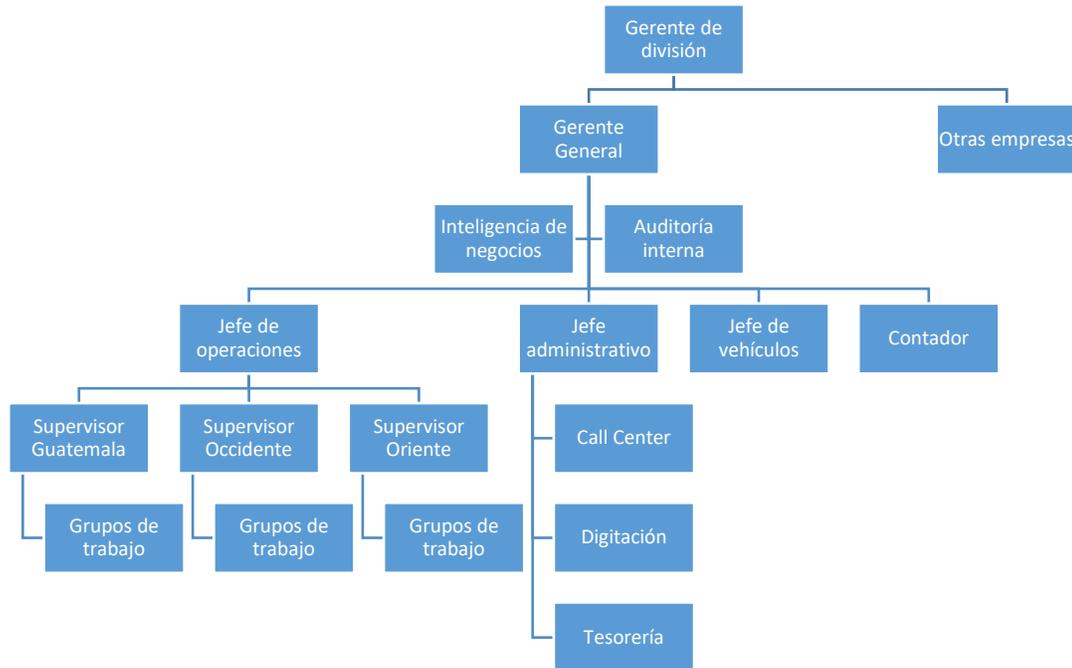
Margesa S.A. es una empresa que se dedica al mantenimiento preventivo y correctivo de ciertos componentes de torres de transmisión de radiofrecuencia. Es el proveedor de servicios más grande de su cliente, y cuenta con más de 170 empleados que laboran en todos los departamentos del país. Las oficinas centrales se encuentran en la ciudad de Guatemala, desde donde se dirige la logística y la administración. Margesa S.A. es parte de una corporación con más de 50 empresas que se dedican a diversos tipos de actividades, especialmente en el sector de las telecomunicaciones, aunque en los últimos años se han diversificado las operaciones. Margesa S.A. brinda sus servicios en aproximadamente 3400 sitios diferentes, que dependiendo de sus componentes internos y ubicación se visitan cada 1, 2 o 4 meses.

A. Estructura organizacional

Margesa S.A. está estructurada de una manera tradicional, con una cadena de mando en la que se asignan responsabilidades de manera jerárquica. El Gerente General puede involucrarse en cualquier departamento, aunque asigna y delega tareas a departamentos especializados, los cuales reportan a él. Es importante notar que, como parte de una corporación, por encima del Gerente General se encuentra uno de los Gerentes de División del grupo, que se encarga de reportar el rendimiento varias de las empresas, además de Margesa, a la Junta Directiva.

En términos generales, el Gerente General (sujeto a la aprobación de junta directiva en algunos casos) tiene absoluta potestad sobre la toma de decisiones en todas las áreas de la empresa. Ya que se trata de una administración relativamente pequeña en relación al tamaño de la operación, el Gerente General se involucra en buena medida en las decisiones del día a día que se toman en cada uno de los departamentos. Esto genera un efecto positivo, ya que por una parte existe cierto control directo sobre lo que está pasando a nivel operativo, y por otra parte también logra aportar su conocimiento para corregir algunos errores y optimizar la operación. Asimismo, el personal operativo reacciona de buena forma cuando ve que el Gerente General se está involucrando, por ejemplo haciendo ocasionales visitas a los grupos en sus áreas de trabajo, acompañando reuniones de logística y contribuyendo activamente en la toma de decisiones no solo a nivel gerencial, sino también a nivel operativo en conjunto con el Jefe de Operaciones.

Figura 1: Organigrama resumido de Margesa S.A. Se muestran únicamente las áreas relevantes para motivos de este trabajo



B. Estructura operativa

1. Rutas

Cronológicamente, la operación de Margesa se divide en bloques mensuales denominados "rutas". Al final de la ruta, los servicios prestados se facturan al cliente. Cada ruta se compone de los servicios que deben ser realizados en un mes a los componentes en las torres, según las especificaciones del cliente, las cuales están establecidas por contrato. Aunque se le da mantenimiento a más de 3,400 sitios en total, solo es necesario visitar aproximadamente 2,900 cada mes, porque no todos los sitios tienen componentes a los cuales es necesario darles mantenimiento mensualmente.

Cuadro 1: Periodicidad requerida por componente.

COMPONENTE	PERIODICIDAD	EXPLICACIÓN
Motor emergente	1 mes	Fuente de energía de emergencia
Motor VH	10 días	Fuente de energía cuando no hay energía comercial
Aire Acondicionado	4 meses	A/C para equipo de transferencia
Aire ELTEK	1 mes	A/C para equipo especializado (si lo hay)
DOD Backup	4 meses	Banco de baterías de emergencia
DOD VH	1 mes	Banco de baterías en sitios VH
Sitio	2 meses	Aspecto del sitio (maleza muy crecida, pintura, etc.)

La periodicidad se refiere la cantidad de tiempo que se requiere entre cada visita. Dependiendo de los componentes, la periodicidad puede ser significativamente diferente. Por ejemplo, para un sitio con motor emergente es necesario realizar una visita cada mes, y para un motor tipo VH es necesario hacer una visita cada 10 días.

Cuadro 2: Ejemplos de periodicidad de visita según componentes en torre

COMPONENTE	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Motor emergente	Sí	Sí			
Motor VH		Sí			
Aires	Sí	Sí		Sí	Sí
DOD Backup			Sí		
DOD VH					
Sitio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Eltek					Sí
Componente de periodicidad mínima:	Motor	Motor VH	Sitio	Sitio	Eltek
Periodicidad	Cada mes	3 veces al mes	Cada 2 Meses	Cada 2 meses	Cada Mes

El cuadro anterior ejemplifica las diferentes configuraciones que puede tomar un sitio. La columna de la izquierda representa los diferentes tipos de componentes que una torre puede tener, y las celdas marcadas con rojo son los componentes de periodicidad mínima, los cuales definen el tiempo más corto entre mantenimientos.

La cantidad de motores emergentes en la red fluctúa alrededor de 1,720. A la mayoría de ellos sitios se le debe dar mantenimiento todos los meses. Adicionalmente, dependiendo del estado de la red de energía comercial, hay aproximadamente 80 sitios con motores VH, los cuales funcionan

como fuente de principal de energía las 24 horas del día. La mayoría de ellos se encuentran en Petén, donde la ubicación remota de los sitios no tiene cobertura de la red comercial de energía. Por esta razón, en dicho departamento operan dos grupos especializados llamados “Grupos Diésel”, que se encargan exclusivamente de abastecer motores VH, mientras que los demás grupos en el departamento se encargan de realizar los mantenimientos a los demás componentes con periodicidades de mantenimiento más altas.

Los motores utilizados por Margesa requieren un cambio de filtro de combustible cada 250 horas. Esto significa que los motores VH, dado que trabajan 24 horas al día, requieren un mantenimiento cada 10 días. La mayoría de sitios con motor VH cuentan con un sistema de DOD, un sistema de baterías que funciona como la fuente de energía alterna en el caso que hubiera alguna falla en el motor.

Cuadro 3: Tipos de mantenimientos

Tipo de mantenimiento	Componente al que se le da mantenimiento			
	Motor	Aire	Sitio	Banco baterías
SITIO COMPLETO	Sí	Sí	Sí	Solo si hay
MOTOR Y SITIO	Sí		Sí	Solo si hay
SOLO MOTOR	Sí			Solo si hay
SITIO Y AIRES		Sí	Sí	Solo si hay
SOLO SITIO			Sí	
SOLO ELTEK			Sí	
SOLO DOD				Sí
SERVICIO VH	Solo abastecer			

Los colores en la tabla anterior son la codificación que se usa en la operación para identificar cada tipo de mantenimiento. Cualquier combinación de mantenimientos que se deba dar a los diferentes componentes en una torre se puede expresar bajo una de estas categorías. El orden de los colores de mantenimiento se repite cada 4 meses en la mayoría de los casos, porque la periodicidad de mantenimiento máxima (el máximo común denominador) es de 4 meses.

Cuadro 4: Frecuencias más comunes de mantenimientos

TIPO TORRE	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Motor Emergente + Aires + Sitio	Verde	Naranja	Amarillo	Naranja	Verde
Motor VH + Aires + Sitio	Verde, Rojo	Naranja, Rojo	Amarillo, Rojo	Naranja, Rojo	Verde, Rojo
Aires + Sitio	Azul	(nada)		(nada)	Azul
Aires ELTEK	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura

Actualmente, Margesa tiene un software de operación diseñado específicamente para programar mantenimientos, en el cual se lleva un registro de los trabajos que se han hecho a cada torre. Con esta información, se genera automáticamente la lista de mantenimientos de cada mes, en la cual se listan los sitios y los tipos de mantenimiento que deben ser llevados a cabo en cada uno. Sin embargo, este software no cuenta con la funcionalidad de asignar a cada técnico su propia ruta, ni de ordenarlas para que se recorran de manera óptima. Este trabajo de asignación lo hacen los 3 supervisores, aproximadamente 15 días antes que empiece la ruta, en un trabajo muy propenso a errores que dura entre 4 y 5 días para cada uno de los dos grupos de trabajo. Los supervisores realizan estas labores por el conocimiento que ellos tienen de las ubicaciones de los sitios. Cuando el cliente da de alta sitios nuevos (entre 20 y 30 al mes), el supervisor debe guiarse de la información que le dan los técnicos de otras empresas que hicieron las instalaciones.

Cuadro 5: Segmento de una ruta sin asignar

Código	Nombre	Orden	Tipo
AVP377	LA BENDICION	80928	SOLO MOTOR
AVP023	XXX	80930	MOTOR Y SITIO
AVP107	XXX	80931	MOTOR Y SITIO
AVP035	XXX	80934	SITIO COMPLETO
AVP561	XXX	80936	SOLO MOTOR
AVP791	XXX	80937	SOLO MOTOR
AVP006	XXX	80938	MOTOR Y SITIO
AVP022	XXX	80939	SOLO MOTOR
AVP005	XXX	80940	MOTOR Y SITIO
AVP036	XXX	80941	SOLO MOTOR
AVP062	XXX	80942	SITIO Y AIRES
AVP735	XXX	80943	SOLO MOTOR
AVP858	XXX	80944	MOTOR Y SITIO
AVP018	XXX	80945	SOLO SITIO
AVP528	XXX	80946	SITIO COMPLETO
AVP816	XXX	80947	MOTOR Y SITIO

La ruta sin asignar es la que al principio genera el sistema, y contiene aproximadamente 2900 entradas. Los supervisores, utilizando rutas de meses anteriores como plantilla, asignan los mantenimientos de la lista generada a cada grupo de trabajo. Nombres de las torres han sido editados a petición de Margesa.

Cuadro 6: Ejemplo de una ruta asignada para un técnico

TECNICO XXXX						
Dia	Sitio 1	Nombre	Sitio 2	Nombre	Sitio 3	Nombre
28 JUN	AVP027	LAS COLINAS	AVP027	XXX	AVP087	XXX
29 JUN	AVP035	XXX	AVP035	XXX	AVP087	XXX
30 JUN	AVP528	XXX	AVP823	XXX		
1 JUL	AVP561	XXX	AVP765	XXX		
2 JUL	AVP036	XXX	AVP735	XXX		
3 JUL	AVP025	XXX	AVP375	XXX		
4 JUL	AVP791	XXX	AVP832	XXX		
5 JUL	AVP028	XXX	AVP825	XXX		
6 JUL	AVP802	XXX	AVP833	XXX		
7 JUL	AVP005	XXX	AVP006	XXX		
8 JUL	AVP027	XXX	AVP035	XXX	AVP087	XXX
9 JUL	AVP405	XXX	PTN125	XXX		
10 JUL	PTN165	XXX	PTN167	XXX	PTN622	XXX
11 JUL	AVP824	XXX	AVP972	XXX		
12 JUL	AVP011	XXX	AVP018	XXX	AVP210	XXX
13 JUL	AVP816	XXX	AVP826	XXX		
14 JUL	AVP229	XXX	AVP956	XXX		
15 JUL	AVP106	XXX	AVP376	XXX	AVP820	XXX
16 JUL	AVP030	XXX	AVP034	XXX		
17 JUL	AVP062	XXX	AVP829	XXX	AVP858	XXX
18 JUL	AVP022	XXX	AVP023	XXX		
19 JUL	AVP027	XXX	AVP035	XXX	AVP087	XXX
20 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
21 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
22 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
23 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
24 JUL	ESP002	REUNION	ESP002	REUNION	ESP002	REUNION
25 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
26 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO
27 JUL	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO	ESP001	DESCANSO

2. Emergencias

Además de los mantenimientos programados, Margesa tiene la obligación de responder a cualquier interrupción a la capacidad de transmisión que se origine por una falla en el equipo al que le da mantenimiento. Por ejemplo, si se agota el combustible de un sitio VH, el equipo se quedará sin fuente de energía principal y empezará a utilizar su banco de baterías de emergencia (DOD). Al acabarse, se quedará completamente sin energía y dejará de transmitir. Estos eventos los detecta el cliente a través de un centro de control especializado y lo comunica al Call Center de Margesa, desde donde se debe de gestionar la respuesta correctiva con un instrumento interno llamado "ticket de emergencia".

Cuando un sitio deja de transmitir, estas fallas deben ser atendidas en menos de 4 horas. Si no, Margesa empieza a acumular lo que se denomina "tiempo fuera". Esta es la cantidad de tiempo que excede las 4 horas de holgura establecidas en el contrato para restablecer la transmisión de un sitio que está fuera de servicio por fallas en el equipo. Esto es especialmente delicado, ya que cuando un sitio es un "nodo" (es decir, es un punto de comunicación para otras torres), la cantidad de tiempo fuera se multiplica por la cantidad de sitios totales que dejan de transmitir. Por ejemplo, si un nodo es dependencia para 5 otros sitios, el tiempo fuera del nodo se multiplicará por 6, ya que en total son 6 torres deshabilitadas. Esto se penaliza al final de cada ruta con una multa. Hasta el momento, el cliente nunca ha tenido que cobrar la multa, ya que siempre se ha cumplido con las 4 horas estipuladas para responder a emergencias.

Otras veces, se reportan defectos o tareas no críticas que no se necesitan atender inmediatamente, porque no causan una interrupción en el servicio. Por ejemplo, si un componente está gastado o dañado y necesita reemplazo próximamente, se emite un "ticket programado". Estos tickets por lo general se adaptan a la ruta existente, es decir que la tarea necesaria se realiza la próxima vez que se visite el sitio. Algunas veces, cuando se sabe que no se visitará el sitio por algún tiempo, es necesario que el grupo de trabajo haga una visita fuera de ruta, para poder realizar la tarea necesaria. Internamente, estas visitas se tratan de la misma forma que un ticket de emergencia.

3. Fuerza laboral

La fuerza de trabajo operativa se subdivide en varios grupos de trabajo especializados, lo cual facilita la organización de ciertas tareas. La cantidad de estos grupos por región depende del tipo de sitios que hay y la densidad de sitios en la región. Todos los grupos son monitoreados en tiempo real con un sistema de GPS. Sin embargo, no se utiliza esta herramienta para verificar si cumplen su ruta o en qué orden lo hacen. Solamente se revisa (en muestras aleatorias) la ubicación de los vehículos para asegurarse que no se utilicen para actividades personales.

Cuadro 7: Distribución de grupos de trabajo (febrero 2013)

Nombre del grupo	Cantidad	Tareas
Preventivo/ Correctivo	54	Mantenimiento general, respuesta a emergencias
DOD	5	Mantenimiento a bancos de batería DOD
Diésel	2	Abastecimiento de combustible en Petén, donde hay muchos motores tipo VH
Taller	1	Traslado e instalación de MG por overhaul
Aires	1	Mantenimiento e instalación especializada de A/C
TOTAL	63	

Los grupos de Preventivo/Correctivo cuentan con un técnico encargado, un electricista y un piloto/ayudante. También son los únicos grupos sujetos a una programación mensual de ruta. Los demás (DOD, Diésel, Taller, Aires) solamente cuentan con un técnico encargado y un piloto, y trabajan según las necesidades varias y emergencias que se necesite atender.

Por cuestiones de capacidad del personal administrativo en oficinas centrales (organización de los despachos de insumos, recepción de papelería y caja chica, revisión de vehículos, etc.) así como necesidades de cobertura 24/7 en todo el país, es necesario dividir las rutas en en dos grupos. Estos se calendarizan de manera que siempre haya personal presente para atender cualquier emergencia, y se reparte la carga administrativa en oficinas centrales a lo largo de todo el mes. Los grupos en el interior de la república trabajan en dos turnos continuos de 22 días, que se intercalan entre sí. En la ciudad capital los grupos trabajan en un horario normal, solo entre semana. Un grupo se queda de turno alternando cada fin de semana, para poder atender emergencias.

Todos los meses, cada grupo preventivo/correctivo recibe una ruta que contiene entre 45 y 55 mantenimientos programados en diferentes sitios, lo cual significa que se programan entre 2 y 3 mantenimientos diarios durante los 22 días de ruta. La cantidad de mantenimientos al día depende principalmente de los tipos de mantenimientos que se tengan que realizar y la distancia entre ellos. En algunos casos especiales se consideran otros factores, como por ejemplo si el sitio tiene “acarreo” (se tiene que dejar el vehículo a más de 250 metros de la torre y caminar hasta ella). Muchos acarrees pueden ser de hasta varios kilómetros, y considerando que los técnicos deben abastecer los sitios con hasta 200 galones de diésel, transportar el combustible puede ser una tarea que consume mucho tiempo.

A los grupos que trabajan en regiones muy remotas se les da alojamiento en una “casa sede”, una vivienda alquilada que funciona como centro de operaciones y bodega. Las casas sede por lo general albergan entre 3 a 5 grupos y cuentan con un parqueo para los carros, alojamiento para el personal, y un lugar seguro para almacenar los materiales y repuestos. Actualmente Margesa cuenta con 19 sedes a nivel nacional. En algunas regiones es difícil encontrar una casa que cumpla con los requerimientos de seguridad y espacio y que esté en alquiler, por lo cual algunos grupos se alojan en hoteles con los cuales se llega a un acuerdo especial.

Cuadro 8: Ejemplificación de un mes de ruta

Día del mes	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
Turno 1	RUTA																			Descanso									RUTA							
Turno 2	RUTA			Descanso									RUTA																							
Guatemala	RUTA			RUTA				RUTA				RUTA				RUTA				RUTA				RUTA												

En azul se representa una ruta, y en amarillo las ruta pasada y/o la siguiente. Los turnos 1 y 2 cubren la operación en el interior, y el grupo de Guatemala cubre la región capitalina. La ruta no se programa empezando el primer día y terminando el último día del mes para los grupos del interior de la república. El primer grupo (Turno 1) sale a ruta antes que inicie el mes calendario, el día 28 o 29 del mes anterior, y regresa el día 19 o 20, mientras que el segundo grupo (Turno 2) sale el día 11 o 12 y regresa el día 1 o 2 del siguiente mes. La principal razón de programar de esta manera es para siempre haya cobertura en caso de emergencias, ya que los grupos deben responder a cualquier eventualidad en menos de 4 horas. A esta modalidad de programación se le llama "mes ruta", ya que no se conforma estrictamente por los días del mes del calendario, sino que cada mes se intercala con el anterior y el siguiente para garantizar cobertura.

Además, esta manera de programar tiene dos principales ventajas. Primero, facilita las actividades administrativas, ya que cuando los grupos salen a ruta se les debe despachar materiales y cuando regresan deben liquidar cajas chicas y entregar papelería. Por lo tanto, quedan 2 bloques de despacho y 2 bloques de liquidación, lo cual reparte el trabajo a lo largo de todo el mes. Y segundo, para muchos grupos es imposible regresar cada semana a realizar despachos o liquidaciones porque trabajan en regiones demasiado remotas. Por ejemplo, Flores Petén queda a aproximadamente 8 horas de la Ciudad de Guatemala. Por eso solo se despacha y liquida una vez por grupo. Los grupos luego

se van a hospedar a su casa sede asignada, donde guardan todos los repuestos y materiales durante toda la duración de la ruta.

Con la región de Guatemala, por su mejor infraestructura y cercanía, sí se puede manejar la ruta según el mes calendario, porque pueden trasladarse a las oficinas centrales todos los lunes y viernes a recibir materiales y entregar papelería.

VII. MARCO PRÁCTICO

A. Análisis de la situación inicial

1. Base de datos de torres

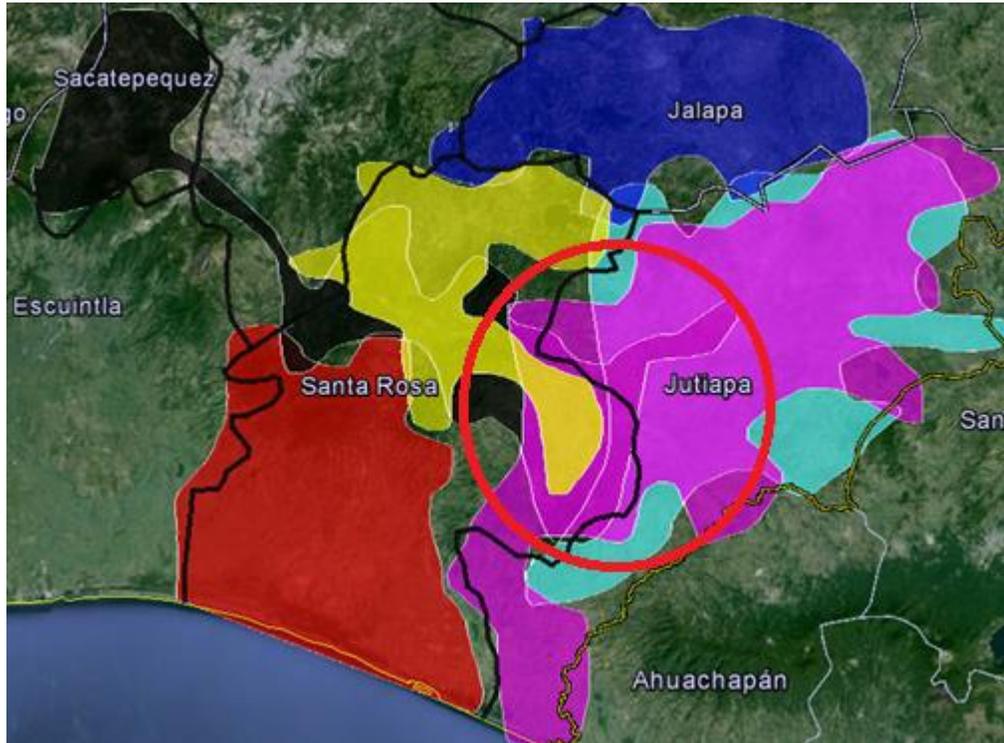
Como se mencionó, Margesa cuenta con un sistema de información, el cual se utiliza para la operación y facturación. Este sistema administra una base de datos de sitios, la cual es alimentada constantemente durante el mes con órdenes de trabajo de los mantenimientos realizados, y de esta manera automáticamente se decide cuál es el mantenimiento que se necesita hacer el siguiente mes. La programación se hace en un módulo especial que incluye el programa, en el cual los supervisores pueden asignar las torres a cada técnico encargado.

Antes de la realización de este proyecto, una carencia fundamental en la base de datos del sistema de información era que no se tenía información de geo coordenadas para los sitios. Nadie sabía con certeza dónde estaba una torre particular, excepto por el conocimiento de campo de los supervisores y los técnicos encargados de esa ruta específica. Es decir, un conocimiento de qué direcciones tomar para llegar, en un vehículo, al lugar. Esto era un gran problema cuando se contrataba a un nuevo técnico o se reubicaba uno de una ruta a otra, ya que no tenía conocimiento de la zona. También presentaba el riesgo de que si renunciara o se despidiera un supervisor, nadie tendría los conocimientos para poder seguir diseñando las rutas, introduciendo un serio riesgo operativo y de continuidad. Además, con el crecimiento de la operación, los supervisores llegaron a manejar tanta información con la memoria, que comenzaron a cometer errores en la programación, que resultaban en serias ineficiencias.

2. Rutas

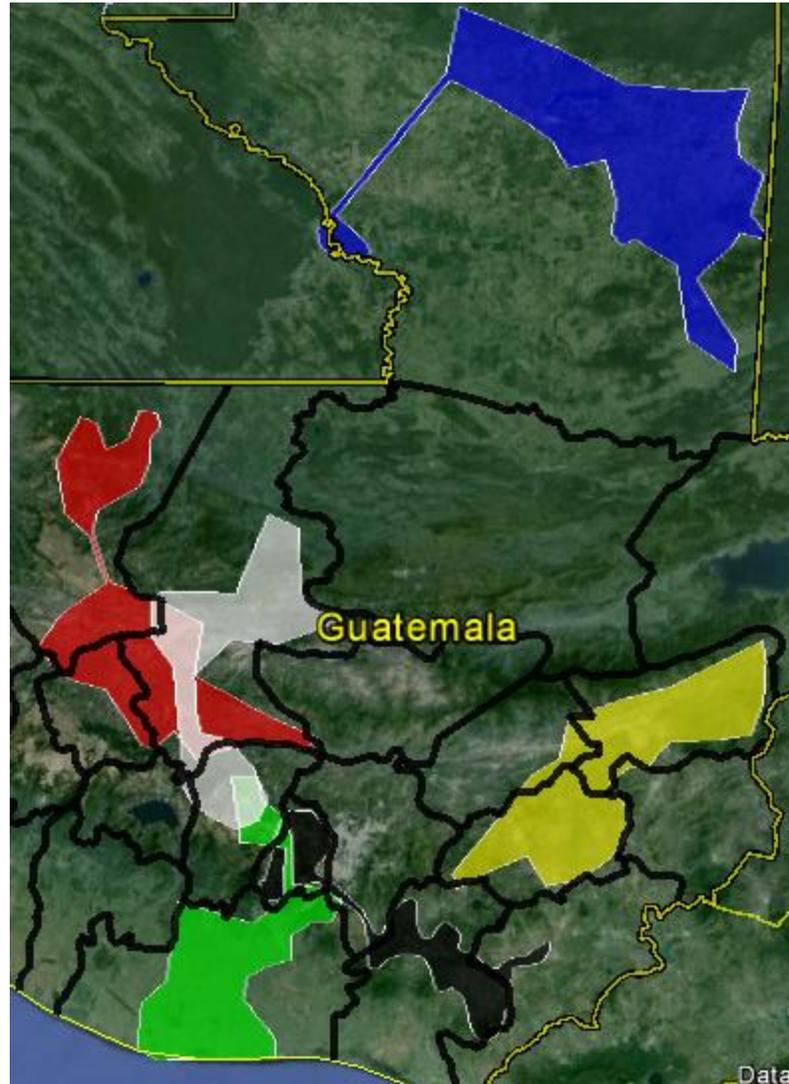
Un efecto derivado de otorgar a los supervisores la responsabilidad de diseñar las rutas con la memoria, es que cuando era necesario agregar un grupo de trabajo a la ruta por el ingreso de sitios nuevos, no eran capaces de hacerlo sin un esfuerzo muy grande, porque tenían que modificar toda su estructura previa para poder acomodar al grupo nuevo. Como resultado, en vez de modificar las rutas anteriores, utilizaban los grupos nuevos como “comodín”, es decir, para reducir la carga de trabajo de todos los grupos que estuvieran sobrecargados. El resultado eran rutas logísticamente poco eficientes, con recorridos enormes. Ya que había sido una práctica que se había prolongado durante varios años, las rutas a mediados de 2013 estaban muy desorganizadas. Muchos de los errores se volvieron evidentes con el uso de herramientas de visualización con mapas.

Figura 1: Organización de áreas en el sur oriente del país, julio 2013



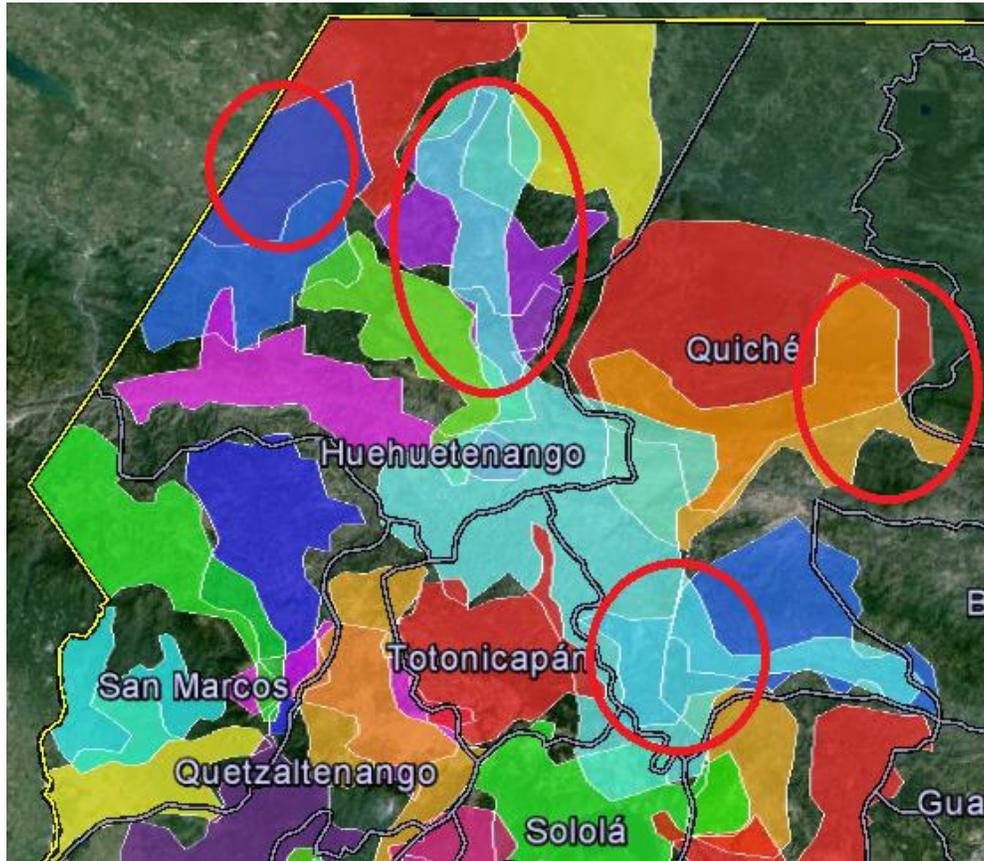
En esta imagen se evidencia la mala organización de los grupos. El grupo negro era un grupo que se añadió cuando fue insuficiente la capacidad de los demás grupos de cubrir toda Santa Rosa y Jutiapa, el cual debía viajar desde Sacatepéquez para quedarse una semana en la región sur oriente para que se pudiera cumplir con las rutas. Como consecuencia, se produjo un traslape de hasta 4 grupos trabajando en la misma área.

Figura 2: Áreas de cobertura demasiado grande, ruta de julio 2013



La imagen anterior ejemplifica algunos de los grupos más afectados, que por ser grupos “de apoyo”, debían recorrer distancias enormes, ayudando a varios grupos que con el tiempo se habían sobrecargado de trabajo. Estas rutas no se hacían con planificación muy elaborada, sino que se programaban con la intención que no se tuvieran que modificar los demás grupos ya existentes.

Figura 3: Defectos en áreas de cobertura de occidente



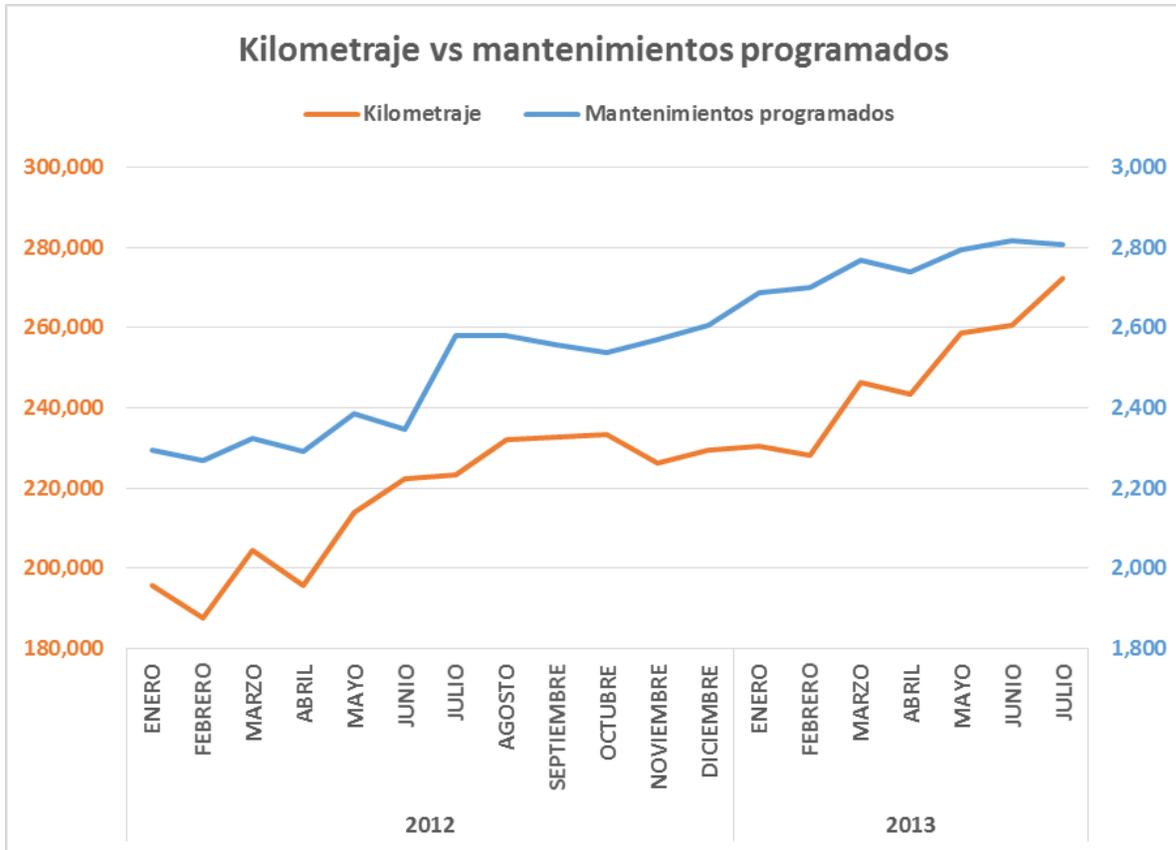
Las rutas de occidente también tenían problemas. El grupo celeste que se observa al centro se extendía desde Barillas, Huehuetenango, hasta Santa Cruz del Quiché e incluso trabajaba algunos sitios cerca del Lago de Atitlán. Este grupo había sido añadido en junio de 2013 y se había tenido problemas para que lograra terminar su trabajo, ya que desperdiciaba demasiado tiempo transportándose de sitio a sitio. Si había alguna emergencia, podía tomar un día entero atendiéndola.

Las consecuencias económicas de estas ineficiencias eran más que evidentes. Mientras que la cantidad de mantenimientos había crecido 22.4% desde enero de 2012 hasta julio de 2013, la distancia total recorrida por la flota había incrementado en 36.5%. También se empezó a notar un declive en la calidad de los mantenimientos, lo cual fue notado por el departamento de Auditoría durante el primer semestre de 2013.

Así empezó a surgir un descontento interno por parte de los supervisores y del personal. Por un lado, los grupos eran cada vez menos capaces completar su trabajo a tiempo y con las expectativas de calidad correspondientes, resultando en malas evaluaciones por parte del departamento de Auditoría. Por el otro, la Junta Directiva no veía justificado aumentar la fuerza laboral a un ritmo

mayor que el ritmo de crecimiento de los mantenimientos (los grupos seguían visitando un promedio de 51 torres al mes).

Gráfica 1: Crecimiento comparativo entre kilometraje y mantenimientos programados



B. Variables clave

Para poder establecer claramente cómo se va a medir el comportamiento de la operación luego de la implementación de un sistema de control de gestión, se definieron las siguientes variables claves de medición.

3. Recorrido global

- Definición:

Es el recorrido de todos los vehículos de grupos de trabajo involucrados en las actividades de mantenimiento Preventivo y Correctivo en un mes calendario.

- Descripción:

Indica de manera muy general el comportamiento de la flota. Aunque este indicador no toma en cuenta que la operación de Margesa crece de manera natural (es decir, no es un indicador unitario), es importante para establecer progresos a gran escala y por motivos de facturación. Mes a mes, este dato se utiliza para cobrar al cliente por los servicios prestados.

- Medición:

El kilometraje recorrido se mide mediante la inspección física de los vehículos de cada grupo de trabajo cuando se presentan a liquidar su caja chica. En ese momento, como parte de las tareas de rutina de revisión, el Departamento de Vehículos revisa el odómetro de cada pick-up y lo digita en una base de datos.

4. Recorrido por visita

- Definición:

Es el recorrido total (en kilómetros) dividido por el número total de visitas realizadas, entre las cuales se cuentan visitas programadas y visitas por emergencia.

- Descripción:

Esta variable mide la eficiencia de la flota en términos de recorrido, ya que pone la distancia recorrida por la flota en relación directa con la cantidad de visitas realizadas. El recorrido de un grupo de trabajo está estrechamente relacionado con el tamaño del área que tiene a su cargo, la distancia a la casa sede y la distancia que deben recorrer en caso de una emergencia. Si las áreas que cada grupo tiene a cargo son relativamente pequeñas, en caso de cualquier emergencia el grupo tendrá que recorrer menos distancia para atenderla, ya que todas las torres que quedan a su cargo quedan más cerca entre sí.

- Medición:

Para medir esta variable se hace uso del sistema de información interno de Margesa, en el cual quedan registradas todas las visitas programadas y todas las visitas fuera de frecuencia (emergencias y tickets programados de mantenimientos extraordinarios).

5. Recorrido por grupo

- Definición:

Es la cantidad que recorre en promedio cada grupo de trabajo, es decir el recorrido total dividido la cantidad de grupos.

- Descripción:

Este indicador pone en evidencia la eficiencia de cada grupo de trabajo en relación a las rutas programadas. Una ruta mal programada resulta en recorridos muy largos para realizar todos los mantenimientos, mientras que si se programa bien una ruta, el vehículo recorre menos distancia para realizar las mismas tareas.

- Medición:

La medición de esta variable se realiza haciendo uso de la cantidad total de kilómetros recorridos al mes, dividido la cantidad total de grupos activos.

6. Costo de mantenimiento por vehículo

- Definición:

Es el costo mensual en el que incurre Margesa para darle mantenimiento a cada uno de los vehículos de la flota utilizada en actividades de preventivo y correctivo.

- Descripción:

El mantenimiento es un gasto importante que está ligado directamente al recorrido de los vehículos. Ya que las modificaciones tienen la intención de reducir el recorrido, este será un rubro que se verá afectado.

- Medición:

La información de gastos por mantenimiento se obtiene de la facturación mensual que se le hace a la empresa que brinda ese servicio. De parte de dicha empresa se obtiene todos los meses un reporte desglosado por vehículo. Al cruzarlo con la información interna de Margesa, se puede segmentar estos costos por varias dimensiones, por ejemplo, vehículos que están en áreas de mantenimiento preventivo o correctivo, por área geográfica, por piloto, etc.

7. Tiempo promedio de mantenimiento

- Definición:

Los tiempos de mantenimiento se refieren a la cantidad de tiempo que necesita un grupo de trabajo para realizar un determinado tipo de mantenimiento.

- Descripción:

Como se explicó en el

Cuadro 3: Tipos de mantenimientos), las actividades realizadas en un mantenimiento varían según el equipo que hay en un sitio. Mientras más componentes requieran mantenimiento, más se debería de tardar en llevar a cabo sus labores el grupo de trabajo. Aunque el tiempo por sí solo no es el único indicador de la calidad del mantenimiento, por experiencia los supervisores se han dado cuenta que los tiempos de mantenimiento bajan cuando los grupos de trabajo están sobrecargados. Esto se ha dado principalmente en los grupos de trabajo nuevos, con recorridos muy largos. Reestructurar las rutas tendrá un impacto en la carga de trabajo de los grupos, y por lo tanto afectará los tiempos de mantenimientos.

- Medición:

Esta información también se puede obtener por medio de la plataforma de GPS, la cual registra la duración de cada parada. Si esto se complementa con la programación de cada grupo, se puede determinar qué tipo de mantenimiento hizo cada técnico en cada sitio, y cuánto tiempo se tardó.

C. Línea base

Como primer paso para determinar el impacto de los cambios, fue necesario medir el estado de las variables en la situación inicial, medida en julio de 2013.

1. Recorrido global

Durante el mes de julio de 2013 se recorrieron 272,144 kilómetros para actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Como se discutió anteriormente, el rápido incremento en este indicador, que se utiliza en facturación, fue el que motivó la implementación de un sistema de control de gestión.

2. Recorrido por visita

En julio de 2013 se programaron un total de 2,807 mantenimientos. Adicionalmente, se tuvieron que atender 513 emergencias y tickets programados, para un total de 3,320 visitas. Esto resulta en un recorrido de 81.97 por cada visita realizada. Por lo general, el total de emergencias fluctúa

entre 400 y 600, y está estrechamente relacionado a las temporadas climatológicas, dado que las lluvias incrementan la inestabilidad de la red eléctrica.

3. Recorrido por grupo

En julio de 2013 había un total de 58 grupos de trabajo, que en promedio recorrieron 4,692 km cada uno.

4. Costo de mantenimiento por vehículo

En julio de 2013 se gastó Q. 198,328.62 en trabajos de mantenimiento y reparaciones a la flota de Margesa. El total de vehículos siempre es mayor a la cantidad total de grupos de trabajo, ya que siempre es necesario tener por lo menos 4 vehículos de comodín, por cualquier eventualidad. En julio de 2013 había un total de 58 grupos de trabajo, mientras que en total había 62 vehículos. El gasto por vehículo fue de Q. 3,198.84.

5. Tiempo promedio de mantenimiento

Esta información no se pudo establecer en julio de 2013, ya que los servicios del proveedor de GPS con el cual se realizó este estudio se contrataron a partir septiembre, precisamente con el propósito de monitorear la ruta de forma más efectiva. La plataforma del proveedor anterior no tenía la capacidad de definir puntos de referencia o de monitorear accesos a geocercas, una carencia vital que era necesario subsanar. Durante el mes de septiembre se sincronizó la nueva plataforma con las geo coordenadas de las torres. También fueron impartidas capacitaciones para poder utilizar la plataforma, y a partir del mes de noviembre se pudo extraer esta información de forma masiva. Se muestra a continuación.

Cuadro 9: Tiempos de mantenimiento (horas), noviembre 2013

Tipo de servicio	Tiempo
Solo DOD	3:56
Sitio completo	2:15
Motor y sitio	1:45
Solo motor	1:41
Sitio y aires	1:42
Solo sitio	1:10

D. Objetivos

Para tener metas concretas hacia las cuales poder trabajar, se formularon los siguientes objetivos a partir de la ruta de julio de 2013, los cuales fueron establecidos en conjunto con la gerencia:

1. Reestructurar las rutas.
2. Diseñar un instrumento de control de cumplimiento y tiempos de ruta.
3. Reducir el kilometraje total en 12%.
4. Reducir en 10 km el recorrido por visita.
5. Reducir el costo mensual de mantenimiento por vehículo en 12%.
6. Reducir el recorrido mensual por grupo en un 12%.

La razón por la cual se escogió el 12% como objetivo fue porque durante las pruebas piloto en 6 rutas del oriente del país, se lograron reducciones de entre el 20 y 30%. Considerando que esas eran de las rutas más afectadas por la mala distribución, se estimó de manera conservadora que el ahorro total podría ser aproximadamente 12%.

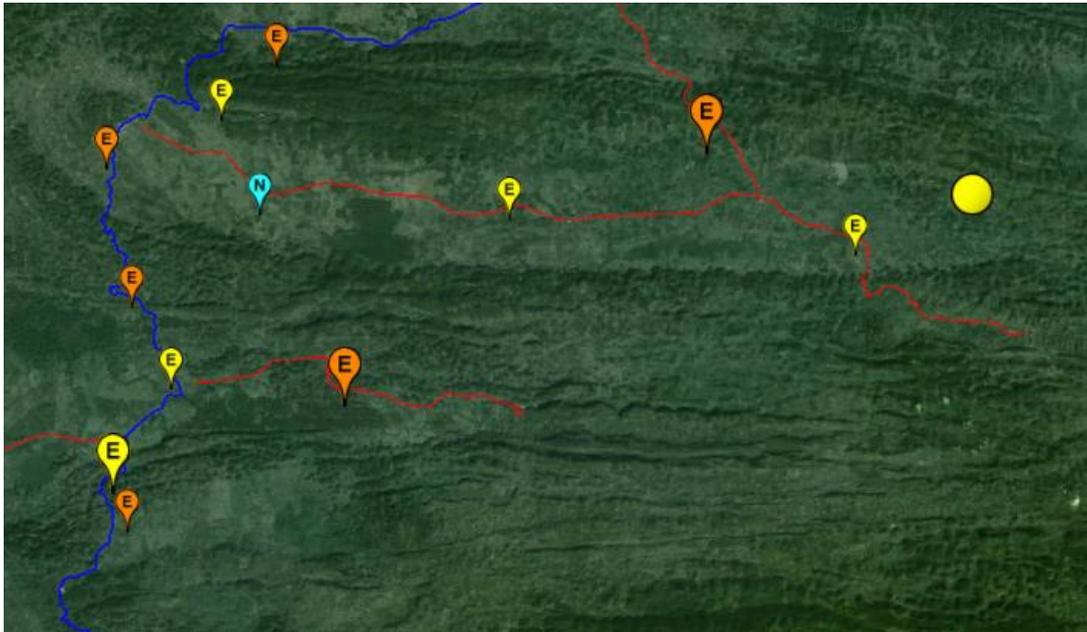
E. Plan de acción e implementación

1. Reestructuración de rutas

Como ya se mencionó, uno de los principales problemas que había era que los supervisores estaban diseñando las rutas en base a memoria y no en información, asistencia visual o alguna clase heurística. Para resolver este problema, se decidió crear una herramienta de ayuda para facilitarles el trabajo de programación.

Como primer paso, se obtuvieron las geo coordenadas de cada torre. Se contactó al cliente, se le solicitó esa información y ellos lograron generarla. Luego se contactó al diseñador del sistema de información y se incorporaron las geo coordenadas a la base de datos de los sitios. Con esta nueva información se pudieron visualizar las más de 3,400 torres y generar un archivo de ayuda por medio de software especializado. Con ello fue posible ubicar cada torre con su ruta de acceso y analizar visualmente cuáles torres se ubican cerca de otras.

Figura 4: Acercamiento a una sección de la ruta de Quiché de junio 2013



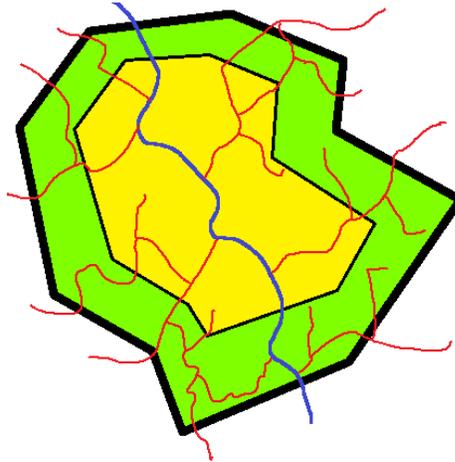
La imagen contiene mucha información de relevancia. La letra que contiene el ícono representa su tipo. “E” significa “emergente”, es decir que el sitio tiene energía eléctrica de la red comercial y cuenta con un motor para casos de emergencia. “N” significa “no hay motor”, lo cual significa que el sitio cuenta con energía de la red comercial pero solo tiene un banco de baterías como fuente alternativa de energía en caso de emergencia. A la derecha hay una torre con un ícono redondo, sin etiqueta. Este es un sitio tipo “VH”, que funciona con un motor como fuente principal de energía y no cuenta con acceso a la red comercial. Adicionalmente al servicio amarillo (motor y sitio) que tiene programado, este sitio se deberá visitar otras 2 veces más durante el mes de junio para abastecer el motor de diésel. El tamaño del ícono representa la distancia de acarreo. Mientras más grande el ícono, más largo es el acarreo.

Las líneas azules representan las carreteras principales y las rojas las carreteras secundarias, un aspecto importante para estimar los tiempos de viaje desde la sede.

Un factor clave en la nueva programación fue que se integraron consideraciones de cobertura. Como se había mencionado, todos los meses hay algunas semanas donde uno de los grupos está de descanso. En estos casos, los grupos que quedan en campo deben cubrir las áreas de los que están de descanso. Antes, no se tomaban en cuenta los momentos en que un área quedaba vacía, y como consecuencia, a menudo sucedía que un grupo estaba realizando un mantenimiento preventivo en uno de sus sitios más remotos cuando ocurría una emergencia en el área del grupo que estaba descansando. Esto resultaba en recorridos muy largos y mucho tiempo perdido para atender emergencias. En la

nueva programación, se buscó que los técnicos atendieran solamente las torres que están cerca de las carreteras principales en los momentos que uno de los grupos estaba de descanso, y cuando estuvieran ambos grupos se dedicaran a atender las torres más remotas.

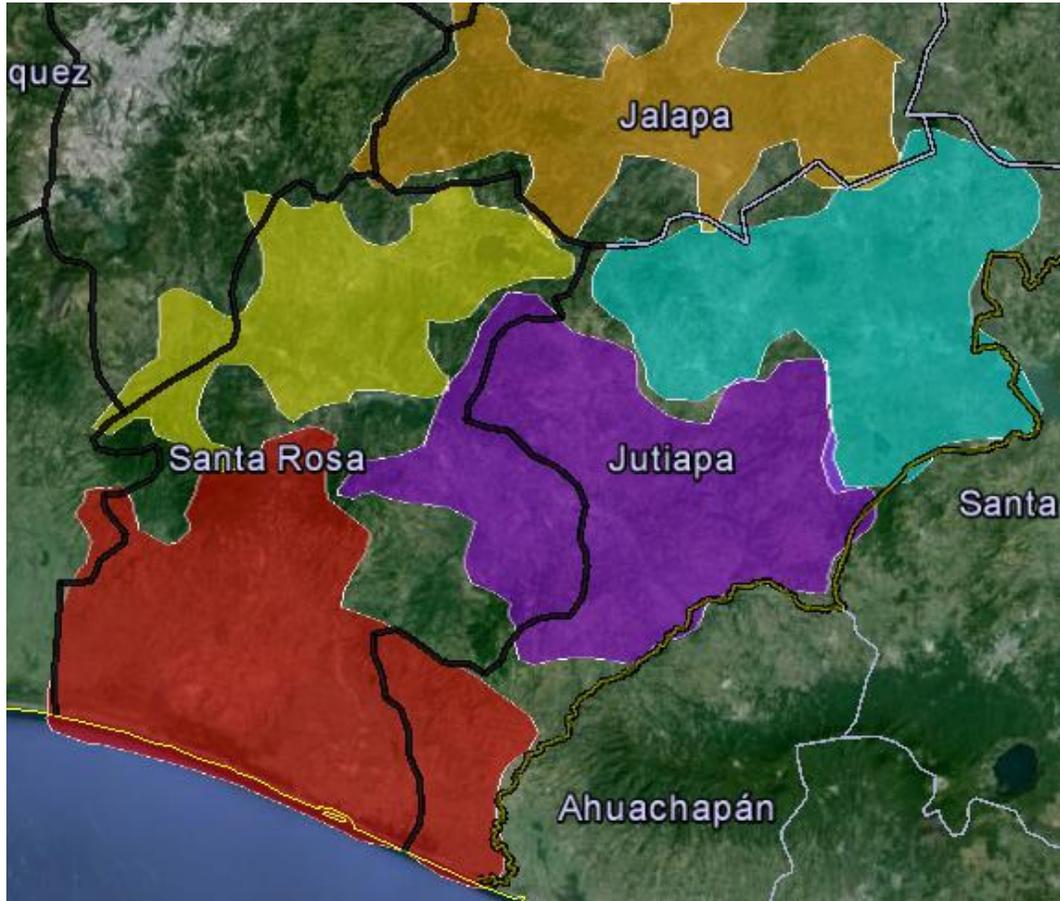
Figura 5: Metodología de cobertura



La Figura 5 ejemplifica cómo se trataron de construir las nuevas áreas. Las carreteras principales, usualmente en buen estado y con asfalto, se ilustran en azul, mientras que las secundarias, generalmente de terracería, en rojo. Alrededor de este polígono se encuentran otras áreas, asignadas a otros grupos, unos del mismo turno, otros del siguiente. El área verde, donde quedan las torres de más difícil acceso, fueron programadas en los días del mes en los que ambos grupos, tanto el turno 1 como el turno 2 (ver Cuadro 8), estaban trabajando. Esto para que el grupo solamente tuviera que atender emergencias en su propia área y se evitaran largos recorridos. La parte amarilla, cerca de la carretera principal, se programó para que se atendiera los días que los demás grupos estuvieran de descanso. De esta manera se tiene más rápido acceso y mayor flexibilidad para atender emergencias, y al mismo tiempo se reducen distancias si fuera necesario hacer una visita fuera del área.

Con la ayuda de estas herramientas fue mucho más fácil reconstruir las áreas, para que fueran más pequeñas y los grupos recorrieran menos distancia. La primera prueba piloto se llevó a cabo en el sur oriente del país en la ruta de agosto de 2013.

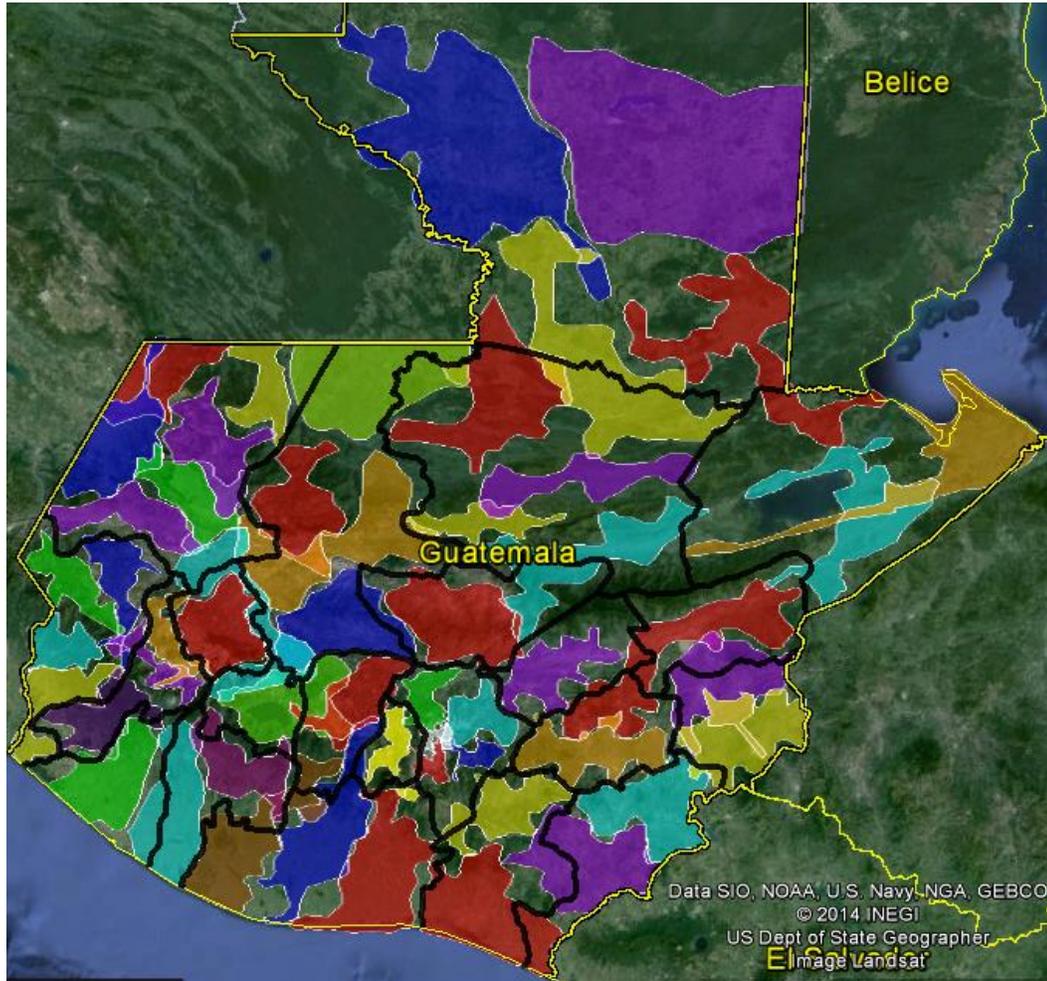
Figura 6: Ruta de agosto 2013 de grupos de sur oriente, reconstruida



Poder visualizar cada sitio directamente, con sus rutas de acceso, hizo el trabajo mucho más sencillo. El grupo amarillo y el grupo morado son del turno 1, mientras que el resto es del grupo 2, lo cual facilita las coberturas. A diferencia de la Figura 1, las áreas quedaron claramente delimitadas y separadas entre sí, y el grupo de Sacatepéquez, que tenía que asistir a la región durante una semana para lograr cumplir con el trabajo, se pudo quitar del área de oriente, para que se concentrara sólo en su área.

Seguido de una inmediata mejoría en los indicadores del área, se procedió a extender la metodología al resto de las rutas a nivel nacional. Durante el mes de septiembre se reestructuraron las rutas de Petén y Las Verapaces, y en octubre se implementó para el resto.

Figura 7: Reestructuración completada, ruta de octubre 2013



Después de la reestructuración los grupos quedaron más ordenados, separados entre ellos y regionalizados en sectores más pequeños. Estas técnicas son las que quedaron establecidas para cualquier adición de un grupo de trabajo nuevo, lo cual ocurre cada 3 o 4 meses.

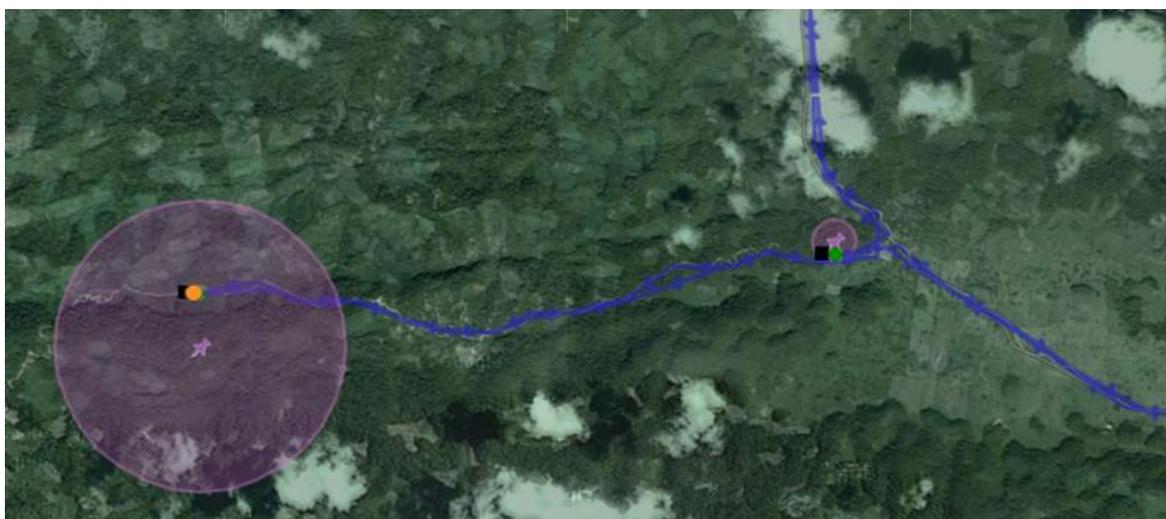
2. Instrumentos de recopilación de información

a) Información de visitas:

Para recopilar la información de lo que hicieron los grupos de trabajo en cada ruta, fue necesario utilizar la plataforma de información que provee el sistema de GPS que se tiene instalado en todos los vehículos de la empresa. En el portal web del proveedor de servicios de GPS, se pudo ingresar la información de los sitios a los que se les da mantenimiento. Esta plataforma permite localizar geográficamente un punto, y asignarle un radio llamado “geocerca” de un tamaño determinado. Cuando un vehículo se detiene dentro de una geocerca, el servidor automáticamente

registra y almacena los datos de ese evento, incluido el tiempo que el vehículo está ahí. Este reporte después se puede descargar de la plataforma. El tamaño que se les asignó a las geocercas se determinó tomando en cuenta la distancia de los acarreos.

Figura 8: Ejemplo de un grupo de trabajo haciendo visitas



b) Información de recorridos

Para registrar el la cantidad de kilómetros que recorren los grupos, se utilizó la base de datos de odómetros de vehículos antes descrita. Como se mencionó, esta base de datos es actualizada periódicamente por el departamento de vehículos. La información se consolidó en un solo lugar para motivos de reportería, ya que se llevaba un reporte por vehículo. Esta base de datos tenía miles de entradas, y estaba llena de inconsistencias. Aunque desordenada, contenía mucha información valiosa, como por ejemplo información de los departamentos y municipios en donde se el vehículo se había encontrado en cada ruta, quién estaba manejando qué vehículos e incluso el nombre y NIT de las gasolinera en las que había reabastecido, gracias a la información de las facturas que entregaban para liquidación de caja chica.

Se hizo una revisión y limpieza de toda la información, se unificó y se creó un nuevo formato de ingreso para que desde ese momento en adelante todos los odómetros fueran ingresados bajo el mismo formato y con la información automáticamente validada para evitar errores de digitación.

c) Información de emergencias

Un aspecto importante que justifica los desvíos que se pueden dar de una ruta programada son las emergencias. El Call Center interno maneja un módulo especial en el sistema en el cual se registran todos los tickets de emergencia, se les asigna un responsable y se registra el día y la hora en el que la emergencia fue notificada, así como la hora en la que fue resuelta. Esta información fue incluida en el control integral de rutas (Dashboard de control de ruta).

3. Herramientas para medición de variables

a) Dashboard de control de ruta

Para controlar en detalle la operación de cada grupo no bastaba con utilizar la información descargada desde el portal de información del proveedor de servicios de GPS. La información del proveedor de GPS contiene únicamente información sobre la ubicación de un vehículo en determinado momento y cuánto tiempo estuvo ahí. Para tener una visión integral del rendimiento, es necesario enriquecer esta información con datos de contexto, es decir, las emergencias, la ruta, etc.

Para eso, desde noviembre de 2013, se integró toda la información de GPS, emergencias y ruta en un solo dashboard de control para medir el desempeño de los grupos de manera individual y global.

Figura 9: Fragmento de hoja de control para la ruta de un grupo

TECNICO XXX				A RESUMEN				NO REVISAR	VISITAS PROGRAMADAS 46			0 SITIOS NO REALIZADOS								
RUTA FEBRERO 2014				PREVENTIVO 1				Tickets	VISITAS DE RUTA REALIZADAS 46			0 SERVICIOS								
INICIO 10-feb		FIN 02-mar		DÍAS: 21		5		CUMPLIMIENTO TOTAL 100%												
CARGA 111%		TIEMPO TOTAL EN GEOCERCAS				04:19:44		CUMPLIMIENTO DEL DÍA 78%			2.68 SITIOS ATENDIDOS AL DÍA									
51 VISITAS HECHAS		VISITAS NO EN RUTA Y SIN TICKET				0		02:26	02:43	02:15	02:33	01:25	-							
VISITAS REALIZADAS											PROGRAMACIÓN				RESULTADO					
Fecha	ID	Sitio	Tipo visita	Hora	Tiempo	Mantenimiento Programado	Fecha Programa	Conjunt o del día	Visitas Conjunto	% Día	Dif. Días	No.	ID	Sitio	Tipo de Mantenimiento	Fecha	Status Ruta	Fecha visita	No. Visitas	Tiempo Acumulado
10-feb	SMR040		Preventivo	09:56	2:20	SOLO MOTOR	10-feb	2	2	100%	0	1	SMR040		SOLO MOTOR	10-feb	OK	10-feb	1	2:20
10-feb	SMR099		Preventivo	12:32	1:56	SOLO MOTOR	10-feb	2	2	100%	0	2	SMR099		SOLO MOTOR	10-feb	TICKET	10-feb	2	4:49
11-feb	SMR405		Preventivo	08:20	2:24	SOLO MOTOR	11-feb	3	3	100%	0	3	SMR047		SOLO MOTOR	11-feb	OK	11-feb	1	2:09
11-feb	SMR850		Preventivo	11:04	2:50	MOTOR Y SITIO	11-feb	3	3	100%	0	4	SMR405		SOLO MOTOR	11-feb	OK	11-feb	1	2:24
11-feb	SMR047		Preventivo	14:07	2:09	SOLO MOTOR	11-feb	3	3	100%	0	5	SMR850		MOTOR Y SITIO	11-feb	OK	11-feb	1	2:50
12-feb	SMR062		Preventivo	08:50	1:32	SOLO SITIO	12-feb	3	2	67%	0	6	SMR062		SOLO SITIO	12-feb	OK	12-feb	1	1:32
12-feb	SMR305		Preventivo	10:34	2:14	MOTOR Y SITIO	12-feb	3	2	67%	0	7	SMR100		SOLO MOTOR	12-feb	OK	16-feb	1	2:30
12-feb	SMR400		Preventivo	13:03	2:02	SOLO MOTOR	16-feb	2	1	50%	4	8	SMR305		MOTOR Y SITIO	12-feb	OK	12-feb	1	2:14
13-feb	SMR736		Preventivo	08:41	2:07	MOTOR Y SITIO	13-feb	2	2	100%	0	9	SMR398		SOLO MOTOR	13-feb	OK	13-feb	1	1:52
13-feb	SMR398		Preventivo	11:09	1:52	SOLO MOTOR	13-feb	2	2	100%	0	10	SMR736		MOTOR Y SITIO	13-feb	OK	13-feb	1	2:07
13-feb	SMR307		Preventivo	13:25	2:42	MOTOR Y SITIO	16-feb	2	1	50%	3	11	SMR155		SITIO COMPLETO	14-feb	OK	16-feb	1	2:09
14-feb	SMR303		Preventivo	08:46	2:58	SOLO MOTOR	15-feb	2	2	100%	1	12	SMR436		SOLO MOTOR	14-feb	OK	14-feb	1	2:29
14-feb	SMR194		Preventivo	12:07	1:30	MOTOR Y SITIO	15-feb	2	2	100%	1	13	SMR194		MOTOR Y SITIO	15-feb	TICKET	14-feb	2	2:12
14-feb	SMR436		Preventivo	13:54	2:29	SOLO MOTOR	14-feb	2	1	50%	0	14	SMR303		SOLO MOTOR	15-feb	OK	14-feb	1	2:58
15-feb	SMR396		Preventivo	07:53	1:11	SOLO SITIO	21-feb	3	1	33%	6	15	SMR307		MOTOR Y SITIO	16-feb	OK	13-feb	1	2:42
15-feb	SMR470		Preventivo	09:35	1:13	SOLO SITIO	19-feb	3	1	33%	4	16	SMR400		SOLO MOTOR	16-feb	OK	12-feb	1	2:02
16-feb	SMR155		Preventivo	08:59	2:09	SITIO COMPLETO	14-feb	2	1	50%	2	17	SMR843		MOTOR Y SITIO	17-feb	OK	17-feb	1	3:01
16-feb	SMR100		Preventivo	11:37	2:30	SOLO MOTOR	12-feb	3	1	33%	4	18	SMR844		MOTOR Y SITIO	17-feb	OK	17-feb	1	3:06
17-feb	SMR844		Preventivo	08:19	3:06	MOTOR Y SITIO	17-feb	2	2	100%	0	19	SMR300		MOTOR Y SITIO	18-feb	OK	18-feb	1	2:26
17-feb	SMR843		Preventivo	11:56	3:01	MOTOR Y SITIO	17-feb	2	2	100%	0	20	SMR441		MOTOR Y SITIO	18-feb	OK	18-feb	1	2:04
17-feb	SMR446		Emergencia	23:09	0:58		22-feb					21	SMR004		MOTOR Y SITIO	19-feb	OK	19-feb	1	2:23
18-feb	SMR441		Preventivo	10:34	2:04	MOTOR Y SITIO	18-feb	2	2	100%	0	22	SMR412		SOLO MOTOR	19-feb	OK	19-feb	1	2:19
18-feb	SMR300		Preventivo	13:06	2:26	MOTOR Y SITIO	18-feb	2	2	100%	0	23	SMR470		SOLO SITIO	19-feb	OK	15-feb	1	1:13
19-feb	SMR004		Preventivo	09:13	2:23	MOTOR Y SITIO	19-feb	3	2	67%	0	24	SMR043		SITIO COMPLETO	20-feb	OK	20-feb	1	1:57
19-feb	SMR412		Preventivo	12:02	2:19	SOLO MOTOR	19-feb	3	2	67%	0	25	SMR313		SOLO MOTOR	20-feb	OK	20-feb	1	2:23
19-feb	SMR438		Emergencia	20:01	1:29		NO ESTÁ					26	SMR314		SOLO MOTOR	21-feb	OK	21-feb	1	2:04
20-feb	SMR313		Preventivo	09:03	2:23	SOLO MOTOR	20-feb	2	2	100%	0	27	SMR319		SOLO MOTOR	21-feb	OK	21-feb	1	2:08
20-feb	SMR043		Preventivo	11:41	1:57	SITIO COMPLETO	20-feb	2	2	100%	0	28	SMR396		SOLO SITIO	21-feb	OK	15-feb	1	1:11
20-feb	SMR395		Preventivo	14:23	1:47	SOLO SITIO	22-feb	2	1	50%	2	29	SMR395		SOLO SITIO	22-feb	OK	20-feb	1	1:47
21-feb	SMR314		Preventivo	08:53	2:04	SOLO MOTOR	21-feb	3	2	67%	0	30	SMR446		SOLO MOTOR	22-feb	TICKET	17-feb	2	3:49
21-feb	SMR446		Preventivo	11:33	2:51	SOLO MOTOR	22-feb	2	1	50%	1	31	SMR161		SOLO MOTOR	23-feb	OK	25-feb	1	2:17
21-feb	SMR319		Preventivo	14:44	2:08	SOLO MOTOR	21-feb	3	2	67%	0	32	SMR163		SITIO COMPLETO	23-feb	OK	25-feb	1	2:58

Para cada uno de los 60 grupos de trabajo hay una hoja de control como esta, en un formato estándar que tiene la ingesta de información automatizada (del proveedor de GPS y de la información interna de Margesa). En la parte superior izquierda está la información general de la ruta, como la persona responsable, la cantidad de emergencias que surgieron durante la ruta, visitas totales, etc., mientras que del lado derecho superior están algunos indicadores más específicos, como por ejemplo el “cumplimiento del día”, que describe qué tanto cumplió los tríos o parejas de mantenimientos que estaban asignados para un día. Por ejemplo, si para el mismo día tenía programados 3 sitios pero solo visitó 2 de ellos, ese día obtiene un 66.7%. También se miden los tiempos promedios por tipo de mantenimiento (celdas de colores en la quinta fila).

Del lado derecho, debajo de la casilla que dice “programación”, está la ruta tal como se programó. Esta información se obtiene del sistema de información de Margesa. Bajo la casilla “Resultado” se registra el día en que se visitó, cuánto tiempo estuvo el técnico en total en un sitio y cuántas veces fue en total. Si un técnico va más de una vez a un sitio, y no hay un ticket de emergencia, se investiga en detalle la razón por la cual fue al sitio, ya que quizás se debió a un trabajo mal realizado o alguna otra inconsistencia.

Bajo la casilla “visitas realizadas” está la información que surge de la plataforma de GPS con ayuda de las geocercas, tal como se discutió con anterioridad. Es la vista cronológica de visitas a todos los sitios. Los colores en la columna de “Fecha Programa” son una ayuda visual para identificar rápidamente si un sitio se hizo antes (verde), el día que era (azul) o después (rojo claro). Esta información es complementada con un “tipo de visita”, en el cual se especifica si la visita tenía o no un ticket de emergencia, información que se genera desde la plataforma del Call Center interno. En este ejemplo se puede ver que el 17 de febrero se visitó un sitio que no estaba en la ruta. Sin embargo, existía un ticket de emergencia ese día para ese sitio, por lo cual la visita queda justificada.

Algo muy importante de notar es el volumen de información que se maneja con este reporte. Llegar a este nivel de control habría sido imposible para 60 grupos sin automatizar el proceso. Se crearon plantillas y programas automatizados en Microsoft EXCEL, que transforman la información generada tanto en el sistema interno de Margesa como en la plataforma de GPS, para que pueda ser importada de manera automática a este reporte y procesada de manera rápida. No sería posible, con el recurso disponible, hacer este control a mano.

Este reporte es muy útil para los supervisores, ya que pueden ver qué es lo que los técnicos hacen en verdad en el campo. Con esta información, los supervisores pueden revisar en detalle si los grupos están haciendo las rutas tal como se programan o no, algo que antes nunca se había logrado

hacer. También se genera un resumen en el que están contenidos los índices más importantes para cada uno de los técnicos, en forma de lista. Este reporte es muy útil para la evaluación del personal.

Figura 10: Fragmento del resumen por grupo

TECNICO	TIPO TECNICO	VISITAS REALIZADAS	CARGA	TIEMPO EN GEOCERCAS	CUMPLIMIENTO	EMERGENCIAS	SITIOS NO REALIZADOS	PROMEDIO CUMPLIMIENTO DIARIO	PROM SITIOS ATENDIDOS	VISITAS NO EN RUTA SIN TICKET	SITIO COMPLETO	MOTOR Y SITIO	SOLO MOTOR	SITIO Y AIRES	SOLO AIRES	SOLO DOD
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	74	137%	05:07:37	100%	21	0	74%	3.5	7	03:04	02:42	01:48	01:54	01:19	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	51	111%	04:19:44	100%	5	0	78%	2.7	0	02:26	02:43	02:15	02:33	01:25	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	53	104%	05:06:40	100%	6	0	74%	2.7	0	03:34	02:04	02:16	02:29	00:49	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	55	112%	05:17:46	94%	7	3	88%	2.8	0	02:55	03:13	02:48	01:50	01:42	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	69	119%	04:09:26	97%	1	2	43%	3.3	3	01:49	01:52	01:30	01:27	01:25	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	61	115%	06:13:28	98%	4	1	66%	3.2	1	03:20	02:34	03:05	01:48	01:24	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	59	126%	05:18:32	96%	9	2	83%	3.0	3	03:20	02:25	02:33	02:07	03:39	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	51	102%	06:13:19	100%	-	0	84%	2.7	0	02:46	03:35	02:49	-	-	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	39	87%	03:13:07	100%	3	0	85%	2.1	0	04:13	02:25	03:02	-	-	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	54	106%	04:12:52	100%	6	0	64%	2.7	1	02:24	02:09	02:00	00:51	01:07	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	64	116%	04:11:15	98%	13	1	67%	3.2	0	01:34	01:48	01:34	01:36	01:26	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	61	115%	05:12:45	100%	6	0	72%	3.1	1	03:00	02:12	01:59	01:48	01:02	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	56	112%	04:04:18	96%	7	2	73%	2.8	0	02:04	02:16	01:53	01:45	01:33	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	62	127%	05:01:43	100%	12	0	96%	3.1	2	03:06	02:00	02:23	02:13	01:13	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	42	91%	03:13:49	100%	14	0	53%	2.2	0	02:58	01:29	02:32	-	-	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	52	106%	05:07:58	86%	3	7	64%	2.6	0	05:17	03:05	02:29	02:51	01:06	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	60	115%	04:13:17	100%	10	0	83%	3.0	0	02:13	02:00	01:57	01:58	01:25	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	63	137%	04:05:30	98%	9	1	65%	3.3	1	01:52	01:55	01:52	01:33	01:24	-
TECNICO XXX	GUATEMALA	50	109%	05:16:32	91%	-	4	77%	2.1	2	03:06	-	02:47	03:07	02:04	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	58	112%	04:17:12	100%	10	0	72%	3.1	0	02:33	02:07	02:01	01:16	01:01	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	55	100%	05:16:09	96%	3	2	67%	2.9	0	03:06	02:42	02:34	02:23	01:44	-
TECNICO XXX	GUATEMALA	46	94%	04:23:27	86%	-	7	70%	1.9	2	03:30	-	02:16	02:47	-	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	55	115%	04:02:04	98%	13	1	55%	2.8	1	01:56	01:48	01:58	01:25	01:06	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	71	134%	05:09:34	94%	16	3	77%	3.6	2	-	02:21	02:08	-	01:54	-
TECNICO XXX	GUATEMALA	49	109%	04:16:42	96%	-	2	60%	2.0	3	-	02:53	03:04	03:26	01:59	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	61	103%	05:21:18	100%	1	0	82%	3.1	0	-	02:27	02:09	02:44	02:21	-
TECNICO XXX	GUATEMALA	41	89%	04:00:14	80%	-	9	58%	1.7	2	03:28	-	02:49	03:04	01:22	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	57	124%	03:18:15	98%	6	1	70%	2.9	1	02:24	01:32	01:18	00:46	01:50	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	63	113%	04:12:29	98%	12	1	86%	3.2	1	-	01:53	02:06	-	01:25	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	43	90%	03:20:34	92%	2	4	61%	1.5	0	02:59	02:22	02:36	01:59	01:19	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	61	122%	05:14:57	98%	9	1	81%	3.1	2	02:54	02:07	02:27	02:36	02:23	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	49	98%	04:07:00	88%	5	6	72%	2.6	1	02:38	02:24	02:05	02:09	01:36	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	60	115%	04:15:01	98%	8	1	88%	3.0	1	-	02:33	02:20	-	01:47	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	55	102%	05:11:06	96%	2	2	71%	2.8	0	03:04	02:38	02:06	-	01:46	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	76	149%	04:18:48	100%	26	0	69%	3.8	0	02:20	02:23	01:50	01:45	01:27	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	64	136%	05:07:20	98%	16	1	81%	3.2	0	02:40	02:47	02:10	01:59	-	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	48	102%	05:16:46	100%	3	0	76%	2.4	3	03:30	03:23	03:26	02:32	02:11	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	55	96%	06:15:03	95%	1	3	85%	2.9	0	03:42	03:00	02:53	02:16	01:47	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 2	58	109%	05:16:49	96%	9	2	63%	2.9	0	03:28	03:01	02:09	02:18	01:14	-
TECNICO XXX	PREVENTIVO 1	67	122%	04:15:50	100%	12	0	65%	3.4	1	02:07	01:34	01:47	02:06	01:22	-

Este resumen transmite mucha información importante. En primer lugar, permite establecer inmediatamente cuáles grupos están sobrecargados con emergencias y cuáles no. Aunque esto puede ser una situación temporal en una región (por ejemplo, algún daño estructural a líneas de transmisión de energía comercial puede generar muchas emergencias), por lo general hay regiones que tienen más probabilidades que haya emergencias que otras. Estos son los grupos que hay que asignarles menos carga. Otro dato interesante es que no todos los grupos tienen 100% de cumplimiento en sus rutas. Esto se debe a que muchas veces hay problemas de acceso, como por ejemplo hay comunidades que exigen un pago por derecho de paso. Esto lo debe documentar el técnico en la orden de trabajo para que no se le facture al cliente. Este reporte provee una herramienta para visualizar el impacto general de esto, y si está concentrado en rutas específicas.

b) Control de recorridos

Paralelo al control de ruta, se empezó a acumular información con la base de datos de recorridos diésel, tal como fue establecido en las variables de control. Cada mes, se revisa el recorrido y se compara con el recorrido del mes anterior. Utilizando información histórica, se logró reconstruir de manera retroactiva el comportamiento de algunos indicadores.

Cuadro 10: Datos generales de recorrido para Preventivo/Correctivo

AÑO	MES RUTA	No. Grupos	Visitas programadas	Recorrido	Km/Visita (Sin emergencias)	Emergencias	Km/Visita (Con emergencias)	Recorrido por Grupo
2013	ENERO	57	2,687	230,541	85.80	312	76.87	4,045
	FEBRERO	57	2,701	228,136	84.46	299	76.05	4,002
	MARZO	57	2,767	246,209	88.98	447	76.61	4,319
	ABRIL	57	2,740	243,221	88.77	382	77.91	4,267
	MAYO	57	2,795	258,558	92.51	603	76.09	4,536
	JUNIO	58	2,818	260,601	92.48	613	75.95	4,493
	JULIO	58	2,807	272,144	96.95	513	81.97	4,692

Además de un control global, se hizo un control por técnico con el cual se controla el rendimiento en km/gal de cada grupo. En él, se compara mes a mes los recorridos de un grupo de trabajo para determinar si disminuyen o aumentan. En conjunto con el control de ruta (Figura 10), se puede analizar la razón por la cual aumentó o disminuyó un (por ejemplo si un grupo tuvo muchas emergencias o no), y según a las observaciones se hacen modificaciones para programar la siguiente ruta.

Figura 11: Control individual por grupo

TECNICO XXX											!
MES	SEMANA	PLACA	MARCA	DEPARTAMENTO	GRUPO	RECORRIDO	GALONES	MONTO	RENDIMIENTO		
ENE	01/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	364	14.5	Q 483.00	25.0		
	02/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	1,314	51.8	Q 1,723.40	25.4		
	02/2014	516FKH	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	552	17.3	Q 584.39	31.9		
	03/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	846	31.6	Q 1,050.00	26.8		
	05/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	564	20.1	Q 668.00	28.0		
FEB	05/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	458	17.5	Q 560.00	26.2		
	06/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	940	35.0	Q 1,122.60	26.9		
	07/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	864	32.7	Q 1,032.50	26.5		
	08/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	421	15.5	Q 490.00	27.2		
	09/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	1,005	34.1	Q 1,087.00	29.5		
MAR	09/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	356	14.3	Q 454.00	25.0		
	10/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	1,246	47.9	Q 1,535.80	26.0		
	11/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	827	30.9	Q 987.00	26.7		
	11/2014	516FKH	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	461	15.9	Q 506.00	29.0		
	12/2014	373DXM	TOYOTA	TOTONICAPAN	PREVENTIVO	672	24.9	Q 780.90	27.0		
						10,890	404.0	Q 13,064.59	27.0		

VIII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A. Análisis cualitativo

Los instrumentos de medición y el seguimiento a las variables de control repercutieron significativamente en la relación entre los supervisores y los grupos de trabajo. Antes de implementar el SCG, se hizo una presentación a todos los encargados de grupo y a los supervisores para que vieran los parámetros que se iban a estar midiendo. De inmediato, los técnicos se acercaron a hacer sugerencias de cómo ellos pensaban que se debía programar su ruta para poder mejorar sus indicadores. De esta manera empezó un círculo virtuoso de mejora continua que mes a mes fue impactando cada vez más en el recorrido mensual. Es importante mencionar que los resultados no hubieran sido los mismos sin la constante retroalimentación por parte de los técnicos. Previo a la implementación de los controles los técnicos recibían una programación, pero no tenían forma de influirla, porque estaba en manos de los supervisores. Cuestionarla significaba cuestionar los conocimientos de su supervisor.

El segundo efecto notable fue que, por el incremento en la presencia de los supervisores en campo, los técnicos empezaron a comunicarse más proactivamente con ellos para informarles si había ocurrido algún inconveniente en su ruta. Se empezaron a asegurar que en caso hubiera discrepancias con su ruta, esto quedara justificado. Cuando se les preguntó informalmente si ellos sentían alguna mejoría, la gran mayoría respondió que sentían que “pasaban menos tiempo en el carro” y “tenían más tiempo para hacer sus mantenimientos”. El personal administrativo también notó una mejoría en la comunicación y transparencia.

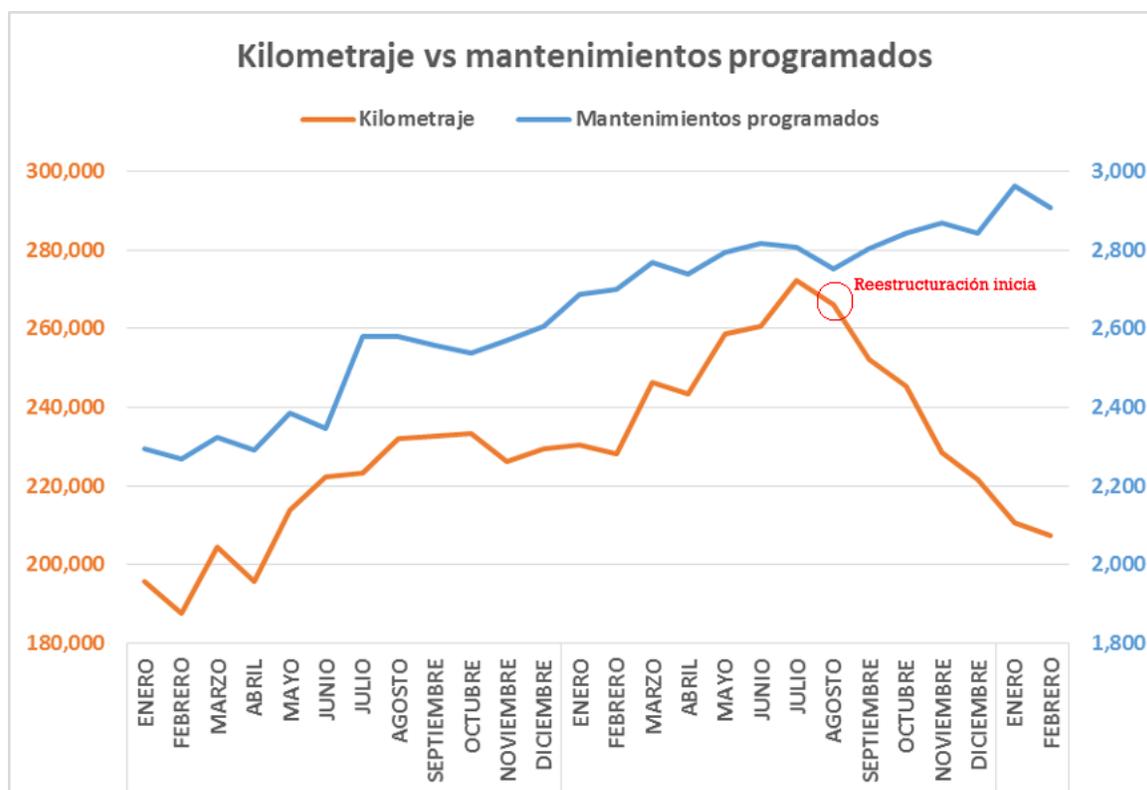
Por otro lado, después de la implementación de estas hojas de control, se detectaron casos donde el técnico no visitaba un sitio, pero en la orden de trabajo documentaba que el trabajo había sido realizado. Esto, que antes pasaban desapercibido, es una infracción seria que, aparte de poner en riesgo el equipo en el sitio, puede poner en peligro el contrato con el cliente y por tanto a toda la compañía.

Otro beneficiado de estos reportes fue la auditoría interna, que a partir de diciembre de 2013 dejó de hacer revisiones totalmente aleatorias y empezó a planificar revisiones utilizando estos controles para identificar las áreas donde más valía la pena revisar, y a qué grupos de trabajo.

B. Análisis cuantitativo

El impacto en el recorrido mensual se fue haciendo evidente paulatinamente a lo largo de la reestructuración de ruta terminada en octubre de 2013 y luego con la implementación del control de ruta en noviembre.

Gráfica 2: Impacto de reestructuración de rutas en recorrido global



En la ilustración anterior se aprecia la reacción de la variable de recorrido con los cambios. La prueba piloto se realizó en agosto con 6 rutas del oriente del país. En septiembre se extendió a Las Verapaces y Petén, y en octubre se implementó en el país entero. Una vez implementado, se fueron haciendo ajustes a la programación, lo cual siguió causando mejoras en el indicador.

Como queda evidenciado en la Gráfica 2, los cambios en el recorrido fueron drásticos. Aunque los mantenimientos programados continuaron aumentando hasta llegar a casi 3,000, el kilometraje recorrido decreció de 272,144 kilómetros recorridos en julio de 2013 a 207,265 en febrero de 2014, un decremento de 23.8%, casi el doble de lo que se había establecido como objetivo (12%).

El recorrido por visita se vio fuertemente reducido, de 81.97 km en julio de 2013 a 63.66 km en febrero de 2014, una reducción de 22.3%, superando ampliamente el objetivo fijado de 12%. También se redujo el recorrido por grupo de 4,692 km a 3,454 km, es decir una reducción de 26.4%, también superando el objetivo fijado de 12%.

Cuadro 11: Seguimiento de varios indicadores de eficiencia

AÑO	MES	No. Grupos	Visitas programadas	Recorrido (mes calendario)	Km/Visita (Sin emergencias)	Emergencias	Km/Visita (Con emergencias)	Recorrido por Grupo
2013	ENERO	57	2,687	230,541	85.80	312	76.87	4,045
	FEBRERO	57	2,701	228,136	84.46	299	76.05	4,002
	MARZO	57	2,767	246,209	88.98	447	76.61	4,319
	ABRIL	57	2,740	243,221	88.77	382	77.91	4,267
	MAYO	57	2,795	258,558	92.51	603	76.09	4,536
	JUNIO	58	2,818	260,601	92.48	613	75.95	4,493
	JULIO	58	2,807	272,144	96.95	513	81.97	4,692
	AGOSTO	58	2,753	266,120	96.67	650	78.20	4,588
	SEPTIEMBRE	59	2,802	252,166	90.00	621	73.67	4,274
	OCTUBRE	59	2,843	245,166	86.23	668	69.83	4,155
	NOVIEMBRE	59	2,867	228,588	79.73	589	66.14	3,874
	DICIEMBRE	59	2,843	221,746	78.00	440	67.54	3,758
2014	ENERO	60	2,961	210,678	71.15	496	60.94	3,511
	FEBRERO	60	2,907	207,265	71.30	349	63.66	3,454

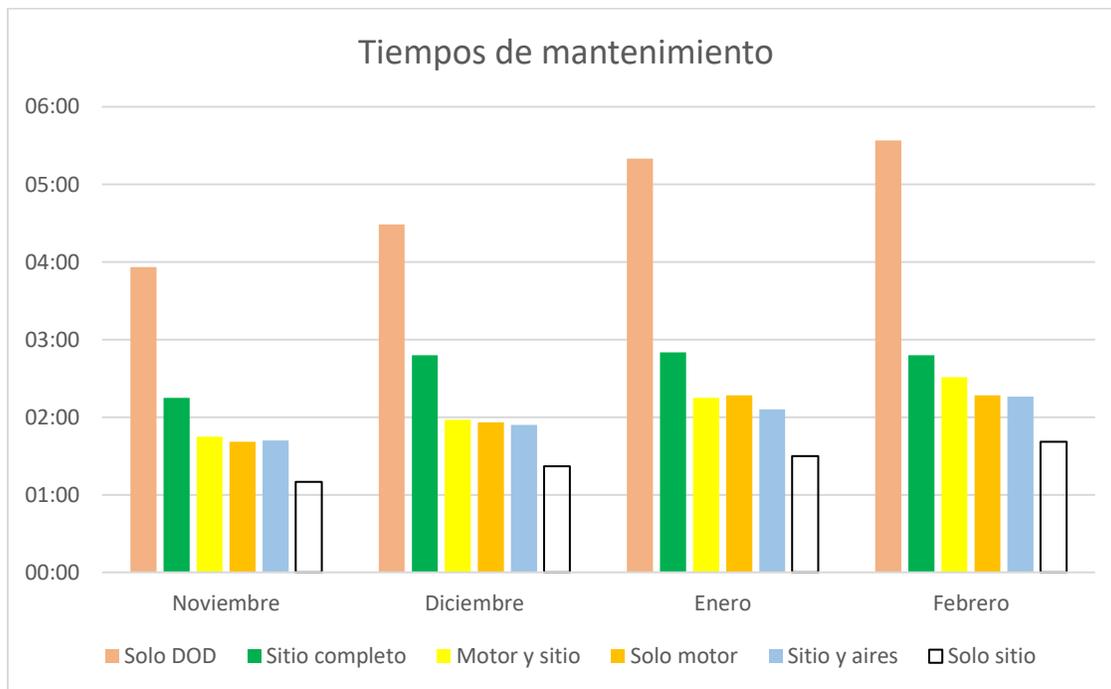
El cambio en el recorrido afecta también indirectamente al costo de mantenimiento de vehículos, porque a los vehículos se les tiene que dar mantenimiento con menos frecuencia. El gasto promedio mensual por vehículo en julio de 2013 fue de Q. 3,198.85 (total de Q. 198,328.62 en 62 vehículos), y se fue reduciendo en la medida que se reducía el recorrido mensual, hasta llegar a Q. 2,398.07 (Q. 153,476.54 en 64 vehículos) en febrero de 2014, lo cual equivale a una reducción de 25.03%, superando ampliamente la meta de 12%

Cuadro 12: Gastos de mantenimiento hasta febrero 2014

		Mantenimiento	# Vehículos	% Cambio
2013	JULIO	Q 3,198.85	62	0.0%
	AGOSTO	Q 3,178.71	62	0.6%
	SEPTIEMBRE	Q 2,976.87	63	6.9%
	OCTUBRE	Q 2,706.36	63	15.4%
	NOVIEMBRE	Q 2,870.20	63	10.3%
	DICIEMBRE	Q 2,454.64	63	23.3%
2014	ENERO	Q 2,195.67	64	31.4%
	FEBRERO	Q 2,398.07	64	25.0%

Los tiempos de mantenimiento también incrementaron, ya que los técnicos estaban más conscientes que los estaban monitoreando más de cerca (tanto en indicadores como en campo). Esto constituyó un fuerte incentivo para mantener un alto nivel de calidad en su trabajo, lo cual fue posible gracias a los ahorros en los tiempos de movilización entre sitios. En promedio, el tiempo de mantenimiento incrementó en un 37% entre noviembre de 2013 y febrero de 2014.

Gráfica 3: Tiempos de mantenimiento



Cuadro 13: Aumento en tiempos de mantenimiento, noviembre 2013 a febrero 2014

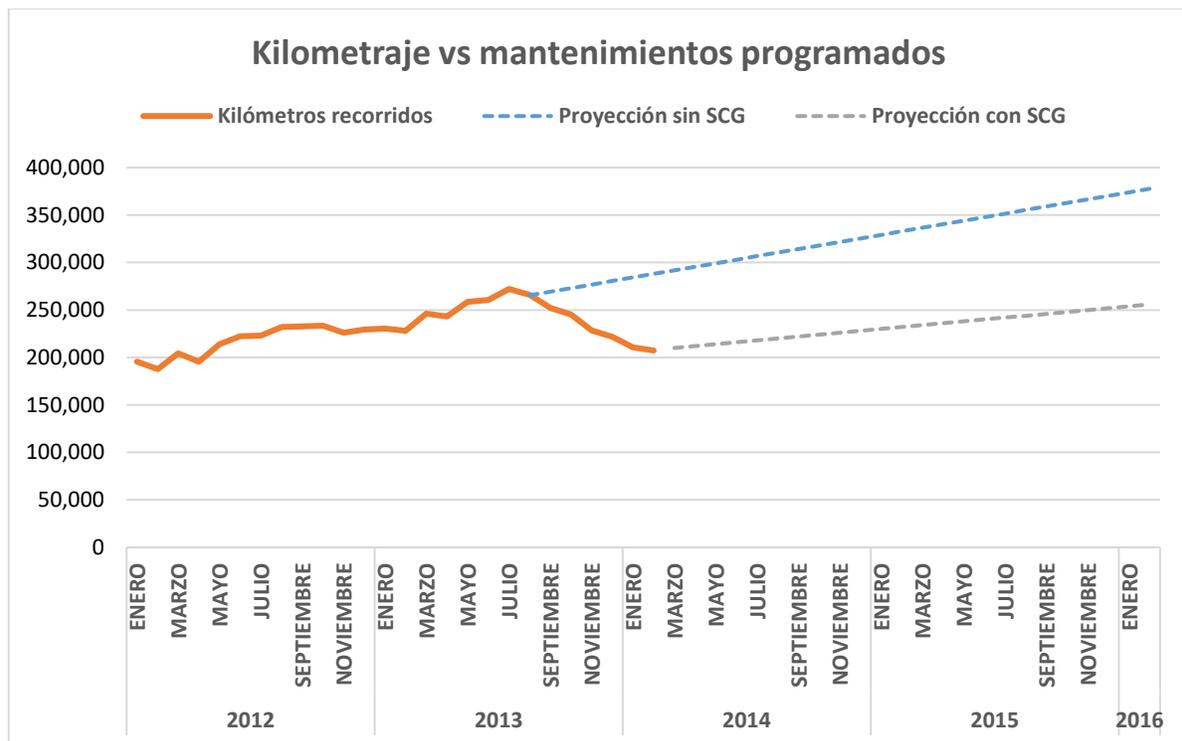
Tipo de servicio	Aumento Nov-Feb
Solo DOD	42%
Sitio completo	24%
Motor y sitio	44%
Solo motor	36%
Sitio y aires	33%
Solo sitio	44%

C. Impacto financiero

Para analizar financieramente el impacto de las medidas tomadas, se necesita calcular los flujos de efectivo resultantes de la diferencia entre lo que se proyecta que hubiera pasado si no se implementa este proyecto y lo que se espera que ocurra ahora que se ha implementado un sistema de control de gestión. En otras palabras:

$$\text{Flujo de efectivo} = \text{Proyección sin SCG} - \text{Proyección con SCG}$$

Gráfica 4: Proyección de incrementos en recorrido



Para el análisis se hacen los siguientes supuestos:

- El objetivo del análisis financiero no es calcular el costo total de la operación, que incluye muchos otros costos como por ejemplo seguros de vehículos, herramientas de trabajo, salarios, etc. Se pretende aislar únicamente el efecto de reestructurar las rutas, ya que el objetivo era reducir los costos sin cambiar la estructura operativa en sí.
- Por la misma razón, no es necesario realizar un análisis de TIR, ya que esto no es un proyecto de inversión. Solamente se busca cuantificar un ahorro financieramente.
- Se compararán los flujos de efectivo de dos años continuos de operación.
- La tasa real de descuento anual es del 15%. Con capitalizaciones mensuales, se calculó la tasa de descuento mensual de la siguiente manera:

$$i_a = (1 + i_m)^m - 1$$
$$i_m = \left(\sqrt[m]{i_a + 1} - 1 \right) = 1.172\%$$

Donde i_a es la tasa real anual e i_m es la tasa mensual.

- El costo por galón de diésel es de Q. 33.19 para los siguientes dos años. De la información histórica recuperada de los reportes de facturación de diésel, no se logra identificar una tendencia hacia arriba o hacia abajo, por lo que para cuestiones de análisis se mantiene constante (ver Gráfica 5 en anexos).
- El rendimiento por galón aproximado de la flota es de 30 km/gal (ver Gráfica 6).
- Como costos de implementación solamente se necesitó el salario de un analista durante los primeros 5 meses (desde julio 2013 hasta noviembre 2013), que diseñó el SCG y creó los reportes y herramientas necesarias para la gestión de los indicadores. El salario fue de Q. 5,000.00.
- No hubo proceso de capacitaciones, el empleado al que se le asignó esta tarea ya conocía la operación de la empresa y fue reubicado.
- Se asume que la operación seguirá creciendo al mismo ritmo que en los últimos 2 años.

Cuadro 14: Flujos de efectivo

		Jul de 2013					2014					
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Costo por galón		32.99	33.98	33.15	32.85	33.68	33.67	33.19	33.19	33.19	33.19	
Vehículos		62	63	63	63	63	64	64	64	64	65	
Escenario 1: sin SCG	Recorrido		265,593	269,329	273,066	276,803	280,540	284,277	288,013	291,750	295,487	299,224
	Mant. por vehículo		3,179	3,172	3,216	3,260	3,304	3,296	3,339	3,383	3,426	3,416
	Rendimiento x Gal		30.46	30.06	30.43	29.87	30.17	29.75	29.59	30.00	30.00	30.00
	Galones requeridos		8,718	8,961	8,975	9,267	9,299	9,555	9,732	9,725	9,850	9,974
	Costos combust.		287,633	304,510	297,522	304,363	313,159	321,692	323,029	322,793	326,928	331,062
	Costos de mant.		197,080	199,853	202,625	205,398	208,171	210,944	213,717	216,490	219,263	222,035
	Total		484,713	504,363	500,147	509,762	521,330	532,636	536,746	539,283	546,190	553,098
Escenario 2: con SCG	Recorrido		266,120	252,166	245,166	228,588	221,746	210,678	207,265	210,000	212,000	214,000
	Mant. por vehículo		3,179	2,977	2,706	2,870	2,455	2,196	2,398	2,398	2,398	2,398
	Rendimiento x Gal		30.46	30.06	30.43	29.87	30.17	29.75	29.59	30.00	30.00	30.00
	Galones requeridos		8,736	8,390	8,058	7,653	7,350	7,081	7,004	7,000	7,067	7,133
	Costos combust.		288,204	285,105	267,123	251,348	247,529	238,407	232,464	232,345	234,557	236,770
	Costos de mant.		197,080	187,543	170,500	180,822	154,643	140,523	153,477	153,477	153,477	155,875
	Analista	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0	0	0	0	0	0
Total	5,000	490,284	477,647	442,623	437,170	402,172	378,929	385,940	385,821	388,034	392,645	
Diferencia	-5,000	-5,571	26,715	57,524	72,592	119,159	153,706	150,806	153,462	158,156	160,453	
VPN del flujo	-5,000	-5,507	26,100	55,548	69,286	112,415	143,328	138,994	139,803	142,411	142,805	

Cuadro 15: Flujos de efectivo (cont.)

		2015													
Mes		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Costo por galón		33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19
Vehículos		65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68
Escenario 1: sin SCG	Recorrido	302,961	306,697	310,434	314,171	317,908	321,645	325,382	329,118	332,855	336,592	340,329	344,066	347,802	351,539
	Mant. por vehículo	3,459	3,501	3,544	3,532	3,574	3,616	3,658	3,645	3,686	3,728	3,769	3,755	3,795	3,836
	Rendimiento x Gal	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	Galones requeridos	10,099	10,223	10,348	10,472	10,597	10,721	10,846	10,971	11,095	11,220	11,344	11,469	11,593	11,718
	Costos combust.	335,196	339,331	343,465	347,600	351,734	355,869	360,003	364,137	368,272	372,406	376,541	380,675	384,809	388,944
	Costos de mant.	224,808	227,581	230,354	233,127	235,900	238,673	241,445	244,218	246,991	249,764	252,537	255,310	258,083	260,855
	Total	560,005	566,912	573,819	580,727	587,634	594,541	601,448	608,356	615,263	622,170	629,078	635,985	642,892	649,799
Escenario 2: con SCG	Recorrido	216,000	218,000	220,000	222,000	224,000	226,000	228,000	230,000	232,000	234,000	236,000	238,000	240,000	242,000
	Mant. por vehículo	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398	2,398
	Rendimiento x Gal	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	Galones requeridos	7,200	7,267	7,333	7,400	7,467	7,533	7,600	7,667	7,733	7,800	7,867	7,933	8,000	8,067
	Costos combust.	238,983	241,196	243,409	245,621	247,834	250,047	252,260	254,473	256,685	258,898	261,111	263,324	265,537	267,749
	Costos de mant.	155,875	155,875	155,875	158,273	158,273	158,273	158,273	160,671	160,671	160,671	160,671	163,069	163,069	163,069
	Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	394,858	397,070	399,283	403,894	406,107	408,320	410,533	415,143	417,356	419,569	421,782	426,393	428,605	430,818
Diferencia	165,147	169,842	174,536	176,833	181,527	186,221	190,916	193,212	197,907	202,601	207,296	209,592	214,287	218,981	
VPN del flujo	145,281	147,680	150,003	150,216	152,418	154,548	156,609	156,657	158,604	160,485	162,302	162,199	163,911	165,561	

SUMA VPN	3,146,657
-----------------	------------------

IX. CONCLUSIONES

1. Se reestructuró sistemáticamente las rutas en todo el país y se establecieron directrices para programar nuevas rutas para evitar el descontrol. Las rutas ahora están geográficamente delimitadas y permiten más control y adaptabilidad en caso de nuevas agregar nuevas rutas.
2. Se implementó un sistema de control de gestión en el cual se identificaron variables clave. El recorrido total al mes bajó 23.8%, superando la meta establecida en el SCG de 12%. Asimismo, el recorrido por grupo bajó 26.4%, cumpliendo también el objetivo de una reducción del 12%. El recorrido por visita bajó de 81.97 km a 63.66 km, superando la meta establecida de 10 km menos por visita. El costo promedio por vehículo bajó 25.03%, superando también el objetivo de 12%.
3. Los tiempos de mantenimiento en sitio subieron un 37%, lo cual refleja que los grupos de trabajo tienen más tiempo para realizar los mantenimientos.
4. Con la proyección del impacto financiero de la implementación del sistema de control de gestión se estimó un ahorro cuyo VPN se valora en Q. 3,146,657.00 durante 24 meses, entre julio de 2013 a julio de 2015.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda expandir el sistema de control de gestión para que incluya incentivos a los pilotos según los indicadores generados en el reporte de control de ruta. Actualmente, no existe ningún incentivo más que una pequeña bonificación cuando los grupos de trabajo exceden cierto número de emergencias. Introducir un sistema de pago variable por el correcto cumplimiento de ruta añadiría otro incentivo para que los grupos realicen las actividades en orden, tal y como fueron planeadas, en la medida que permitan las emergencias. También aumentaría el incentivo de retroalimentar y reducir ineficiencias, complementando la metodología con su conocimiento de campo.
2. En conjunto con una reestructuración de rutas, se recomienda hacer un plan de rotación de vehículos dependiendo de la región en la que están. Con la información generada en este reporte, se pueden identificar con precisión las regiones en las que los pick-ups se deterioran más rápidamente, y en algunos casos se lograron detectar vehículos que tienen un costo 2 o hasta 3 veces mayor al promedio. Un plan de rotación y un análisis de punto óptimo de reventa en base a la depreciación podría acentuar aún más los ahorros en los costos de flota.
3. Otra área de oportunidad consiste en explorar alternativas de software para automatizar por completo la programación de rutas y de esa manera evitar errores humanos. Por el momento esta es una actividad que sigue siendo totalmente manual y necesita aproximadamente 3 a 4 días de tiempo de 3 personas.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *Ingeniería Económica* (sexta edición). México, McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. 816 págs.
2. Chivenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración* (séptima edición). Colombia, McGraw-Hill. 562 páginas.
3. Cokins, G. (2009). *Performance Management* (primera edición). EEUU, John Wiley & Sons, Inc. 275 págs.
4. Klubeck, M. (2011). *Metrics: How to Improve Key Business Results* (version eBook). EEUU, Springer Science + Business Media New York.
5. Merchant, K. & Van der Stede, W. (2007). *Management Control Systems* (segunda edición). EEUU, Prentice Hall. 874 págs.
6. Neely, A. (2004). *Business Performance Measurement* (versión eBook). Cambridge University Press. 382 págs.
7. Niebel, B. & Frevalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (duodécima edición). México, McGraw-Hill. 586 págs.
8. Person, R. (2009). *Balanced Scorecards and Operational Dashboards with Microsoft Excel* (primera edición). EEUU, Wiley Publishing, Inc. 482 págs.
9. Smith, M. (2005). *Performance Measurement & Management* (primera edición). EEUU, SAGE Publications Ltd. 313 págs.

XII. TERMINOLOGÍA

Dashboard: Herramienta de control para visualizar información sintetizada en resúmenes de manera dinámica.

DOD: Banco de baterías de emergencia, encontrado en algunos sitios. Funciona como fuente de poder emergente en caso de cortes en el suministro de energía comercial.

GPS: Siglas en inglés de “Global Positioning System”. Un sistema de geolocalización por medio de satélites.

MG: Abreviación utilizada para referirse a los Moto-Generadores que proveen la energía de emergencia necesaria en caso que ocurriera un corte en el suministro de energía comercial.

Periodicidad: Frecuencia con la que se visita un sitio. Por ejemplo, periodicidad "2" significa que se visita cada 2 meses.

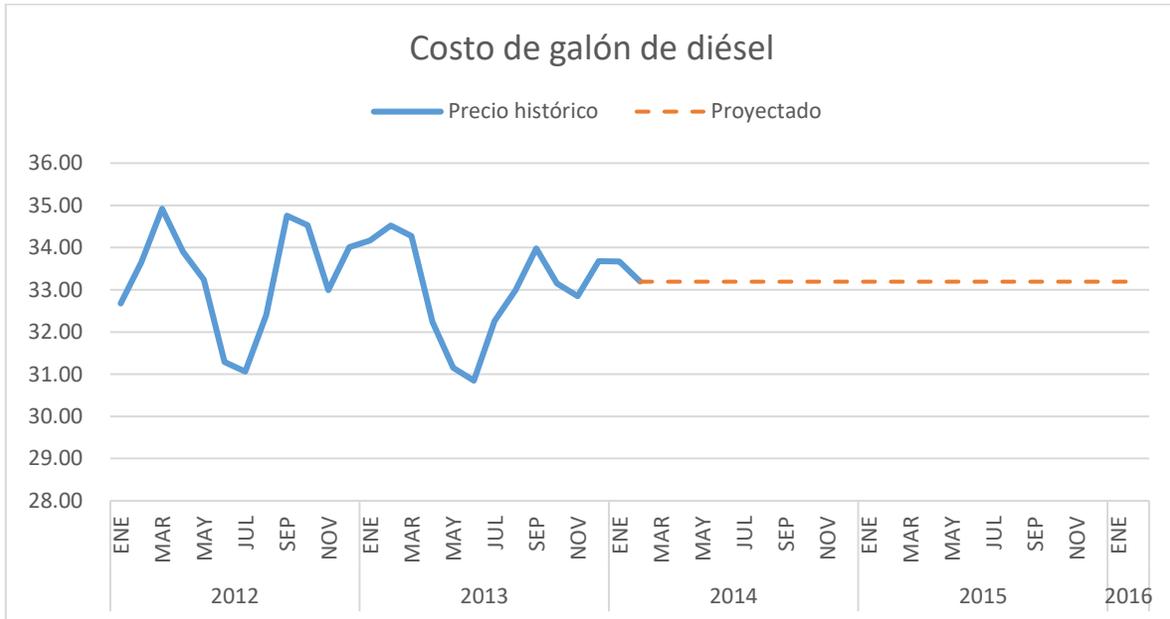
Shelter: Estructura techada parecida a un armario, que en muchos sitios se pone encima de algunos componentes electrónicos y aires acondicionados para protegerlos de la intemperie.

Sitio: Se le llama a las ubicaciones en donde se realizan los mantenimientos preventivos y correctivos. Dentro de un sitio hay una torre metálica con la antena montada, el equipo de radiofrecuencia, el equipo de A/C y el equipo de energía emergente.

VH: Se le denomina a los motores que trabajan 24 horas al día y que funcionan como fuente primaria de energía, a diferencia de los motores emergentes.

XIII. ANEXOS

Gráfica 5: Costo histórico y proyección de galón de diésel



Gráfica 6: Rendimiento general de la flota (diésel)

