

UN ESTUDIO DE CASO DE LA CADENA DE VALOR DE LOS
PROCESOS DE SOPORTE ADMINISTRATIVOS DE UNA OBRA DE
CONSTRUCCIÓN

ÁNGELA PATRICIA PÉREZ OCAMPO



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
SANTIAGO DE CALI
2019

UN ESTUDIO DE CASO DE LA CADENA DE VALOR DE LOS
PROCESOS DE SOPORTE ADMINISTRATIVOS DE UNA OBRA DE
CONSTRUCCIÓN

ÁNGELA PATRICIA PÉREZ OCAMPO

Trabajo de grado para optar el título de
INGENIERA CIVIL

Directora
SANDRA LILIANA CANO MOYA, M.Sc.
Ingeniera Civil



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
SANTIAGO DE CALI
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Manolo Galván Ceballos, Ph.D.
Director del Programa Académico de
Pregrado de Ingeniería Civil

Sandra Liliana Cano M.Sc
Director Trabajo de Grado
Ingeniera Civil

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, junio 2019

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, GRÁFICAS Y TABLAS	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
INFORMACIÓN GENERAL	9
1. EL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción	10
1.2 Formulación	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 General.....	11
1.3.2 Específicos	11
1.4 Justificación.....	11
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Antecedentes	12
2.2 Contexto Teórico.....	15
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Empresa y procesos objeto de estudio	21
3.2. Etapas de investigación	27
3.2.1 Etapa preliminar	27
3.2.1 Levantamiento estado actual.....	28
3.2.2 Construcción del estado futuro	29
4. LEVANTAMIENTO ESTADO ACTUAL	29
4.1. Estado Actual proceso adquisición de acero	31
4.2. Estado Actual proceso adquisición de cemento	35
4.3. Estado Actual proceso pago de planillas contratista mano de obra	39
5. OPORTUNIDADES DE MEJORA	42
5.1. Oportunidades de mejora estado actual proceso adquisición de acero .	43
5.2. Oportunidades de mejora estado actual proceso adquisición de cemen	44
5.3. Oportunidades de mejora estado actual proceso pago de planillas	45
contratista mano de obra.....	45
6. ESTADO FUTURO	47
6.1. Estado futuro proceso adquisición de acero	47
6.2. Estado futuro proceso adquisición de cemento.....	50
6.3. Estado futuro proceso pago planillas contratista mano de obra civil	53
7. VALIDACIÓN PROPUESTA DEL ESTADO FUTURO	56
8. CONCLUSIONES.....	58

9. ANEXOS.....	60
10. BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, GRÁFICAS Y TABLAS

Ilustración 1. Metodología del mapeo de la cadena de valor. Fuente (Rother & Shook, 1999)	20
Ilustración 3 Etapas de trabajo con empresa constructora. Fuente: Autor	27
Ilustración 4: Configuración de mapas. Fuente: Autor	30
Grafica 1 Tiempo de actividades proceso adquisición de acero.....	33
Grafica 2 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes no aprobadas en primera instancia (22.22%).....	34
Grafica 3 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%).....	34
Grafica 4 Tiempo de actividades proceso adquisición de cemento	37
Grafica 5 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%)	38
Grafica 6 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%)	38
Grafica 7 Tiempo de actividades proceso pago de planillas	41
Grafica 8 Porcentaje de tiempo asociado al valor pago de planillas contratistas mano de obra.....	42
Grafica 9 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso adquisición de acero.	48
Grafica 10 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso de adquisición de acero.....	50
Grafica 11 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso adquisición de cemento.	52
Grafica 12 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso de adquisición de cemento.....	53
Grafica 13 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso pago planillas contratistas mano de obra.	54
Grafica 14 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso pago planillas contratistas mano de obra.....	55
Tabla 1: Caracterización proceso ejecución de obras civil Fuente: Elaboración propia basado en información recolectada de la empresa constructora	24
Tabla 2: Porcentaje del total del presupuesto por capítulo. Fuente: Autor	26
Tabla 3: Relación de tiempo de actividades adquisición acero. Fuente: Autor.....	32
Tabla 4: Relación de tiempo de actividades adquisición cemento. Fuente: Autor	37
Tabla 5: Relación de tiempo de actividades pago de planillas. Fuente: Autor.....	41
Tabla 6: Relación de tiempo de actividades estado futuro adquisición de acero. Fuente: Autor	49
Tabla 7: Relación de tiempo de actividades estado futuro adquisición de cemento. Fuente: Autor	52
Tabla 8: Relación de tiempo de actividades estado futuro pago de planillas mano de obra civil. Fuente: Autor	55

RESUMEN

Contexto: Lean Construction es una filosofía de producción para la construcción que busca la excelencia a través de la mejora continua, eliminando o minimizando las actividades que no agregan valor a través de la optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente. El mapeo de la cadena de valor (VSM) es una herramienta de Lean que permite visualizar de manera gráfica los flujos de materiales y de información, muestra todas las actividades que agregan y las que no agregan valor.

Propósito: Mejorar los procesos de soporte administrativos de una obra para contribuir a la mejora de la eficiencia de la misma.

Objetivo: Proponer mejoras en el flujo de trabajo de los procesos de soporte administrativo de una obra de construcción de una empresa específica.

Metodología: Se trata de una investigación de estudio de caso, en la cual se mapea la cadena de valor. Mediante visitas de campo y entrevistas al personal se realiza el mapa del estado actual. Con el mapa de estado actual se identifican las pérdidas y se proponen acciones para reducirlas y eliminarlas con lo cual se construye el mapa del estado futuro. Se realiza la validación de la propuesta del estado futuro mediante la participación de profesionales de la empresa con quienes se conformó un Grupo Focal.

Resultados: Se construyeron los mapas del estado actual y del estado futuro. Se realizó una propuesta para reducción y eliminación de desperdicios la cual fue consultada con profesionales relacionados con el proceso de tal manera que se conforma la viabilidad de la implementación por considerar acciones útiles de mejoramiento.

Conclusiones: El VSM es una herramienta poderosa para el rediseño de procesos administrativos, a través de su aplicación se logra detectar pérdidas de flujo ocasionadas por actividades que no agregan valor, las cuales deben ser eliminadas en los estados futuros para obtener procesos eficientes.

Palabras claves: Lean Construction, mapeo cadena de valor, valor, mejoramiento continuo.

INTRODUCCIÓN

La construcción es una de las actividades más relevantes para el desarrollo de un país, debido a su contribución en la economía y la generación de empleos que produce. Sin embargo, los proyectos de las empresas constructoras presentan retrasos y costos más altos que los planificados, lo que convierte la industria en una industria poco eficiente (Camacol, 2007). Para mejorar su competitividad en un mercado cada vez más exigente, las empresas constructoras se ven en la necesidad de implementar nuevas herramientas que optimicen sus procesos (Botero & Álvarez, Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción)

El mapeo de la cadena de valor o VSM, es una herramienta visual cuyo propósito es ayudar a empresas de manufactura en el rediseño y operación de sus procesos productivos. Sus positivos resultados la hacen una herramienta atractiva para utilizar en otros sectores productivos como la construcción.

Esta investigación tiene como objetivo la aplicación del mapeo de la cadena de valor a los procesos de adquisición de acero, cemento y pago de planillas a contratistas de mano de obra, los cuales son procesos de soporte administrativo de una obra de construcción.

La metodología utilizada es la construcción de los mapas de estado actual mediante la toma de datos y reuniones con el personal encargado de realizar los trabajos, identificado los pasos de cada proceso y donde se agrega valor con el fin de detectar pérdidas y oportunidades de mejoras para realizar la propuesta del estado futuro. Los resultados obtenidos, indican que la aplicación del VSM es una herramienta que permite rediseñar los procesos en el sector de la construcción, con los cambios propuestos se logra procesos más eficientes al reducir las pérdidas.

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: UN ESTUDIO DE CASO DE LA CADENA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE SOPORTE ADMINISTRATIVO DE UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN,

Estudiante de Pregrado

Nombre: Ángela Patricia Pérez Ocampo

Correo Electrónico: angela.perez.ocampo@correounivalle.edu.co

Responsables administrativos

Nombre: Sandra Liliana Cano Moya (directora del proyecto)

Correo electrónico: sandra.cano@correounivalle.edu.co

Lugar de Ejecución del Proyecto:	Universidad del Valle
Ciudad:	Cali
Departamento:	Valle del Cauca
Tipo de Proyecto:	Investigación Aplicada

1. EL PROBLEMA

1.1. Descripción

La industria de la construcción siempre ha sido un sector importante en la economía colombiana, el PIB para el cuarto semestre del año 2018 presentó un aumento del 2.7% respecto al mismo periodo del año 2017, mientras que para el mismo periodo el aumento del PIB en el sector de la construcción fue de 4.2% (Departamento Nacional de Estadística, DANE), siendo uno de los sectores que mayor crecimiento ha tenido en el último año.

A pesar de su crecimiento e importancia, el sector de la construcción se ha considerado históricamente como una industria poco eficiente, con poca productividad, baja calidad, con costos reales más altos que los planificados, con problemas de seguridad industrial y pobres condiciones laborales. La Cámara Colombiana de Infraestructura y la Sociedad Colombiana de Ingenieros han identificado varios factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país entre los cuales se encuentran: la insuficiencia de estudios y diseños de los proyectos, falta de planeación de la infraestructura, deficiencia en la elaboración de los presupuestos para las obras públicas, ausencia de coordinación institucional, entre otras. (Camacol, 2007) (Camacol S. C., 2010)

En Colombia es muy común que empresas dedicadas a la construcción presenten atrasos y problemas en las obras que ejecutan, las causas pueden ser en la mayoría de los casos internas con una alta influencia de externas a la empresa y a la obra misma, entre las que se pueden mencionar: condiciones climáticas, faltas o demoras en la adquisición de materiales para la ejecución de actividades, demoras en la contratación de personal que ejecute las labores, pagos tardíos a proveedores que ocasiona entregas a destiempo, entre otras. (Martínez Ribón, 2011). Lo anterior genera pérdidas en el desarrollo del proyecto afectando el flujo de trabajo, esto ocasiona que las empresas de la construcción sean menos competitivas y con baja productividad comparadas con empresas de otros sectores como la industria de la manufactura. En las obras de construcción, el flujo de trabajo se ve afectado por las pérdidas que se presentan en los diferentes procesos soporte a las obras, entre las que se pueden nombrar: perdidas por espera, transporte, rehacer el trabajo, entre otras. La eliminación de estas permite obtener mejoras significativas en el flujo de trabajo por lo tanto mejoras en la productividad, es por esto que es importante identificar y eliminar cada una de las pérdidas presentes en los diferentes procesos de soporte de las obras con el fin de obtener procesos más eficientes

La implementación de herramientas en la industria de construcción que ayuden a mejorar la productividad y eficiencia se hace imperativo, Lean Construction es una filosofía adecuada para mejorar la producción en construcción ya que su objetivo principal es reducir o eliminar actividades que no agregan valor y optimizar las actividades que si lo hacen.

1.2 Formulación

¿Cómo mejorar el flujo de valor de los procesos de soporte de una obra de construcción para contribuir a agilizar el flujo de trabajo?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Proponer mejoras en el flujo de trabajo de los procesos de soporte administrativo de una obra de construcción de una empresa específica.

1.3.2 Específicos

- Diagnosticar el estado actual de los procesos seleccionados mediante el uso del mapeo de la cadena de valor.
- Proponer el estado futuro para los procesos seleccionados.
- Validación del estado futuro mediante expertos.

1.4 Justificación

Con el fin de mejorar los problemas de productividad y eficiencia que posee el sector de la construcción, en los últimos años se incrementado el número de investigaciones acerca de la aplicación de Lean Construction en varios países, investigaciones que han mostrado los beneficios de la aplicación de esta filosofía

La industria de la construcción es uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta en la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en poca competitividad y coloca a las empresas constructoras en desventaja frente a los mercados de la economía internacional (Botero & Álvarez), por esta razón las empresas constructoras deben mejorar su desempeño con el fin de ser más competitivas para poder asumir los retos que planean los nuevos mercados.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A continuación, se relacionan algunas investigaciones sobre la implementación del Mapeo de Cadena de Valor que sirven como antecedentes importantes para esta investigación:

- Aplicación de mapeo de cadenas de valor para la detección de pérdidas productivas y medioambientales en la construcción (Rosenbaum Videla, 2012). El investigador realiza la aplicación del mapeo de la cadena de valor en la construcción de columnas, muros, losas, contrapisos y fundición de zapata de la obra “Clínica Universidad de los Andes” mediante la obtención de datos obtenidos en terreno por un periodo de dos meses. En el estado actual se evidenció tiempos de espera entre actividades altos e innecesarios, variabilidad en la producción de la mano de obra, pérdida de material debido a cálculos de material poco precisos, inventarios altos a causa de la sobreproducción de algunas actividades, también se encontró algunas actividades sin finalizar debido a que las cuadrillas eran redireccionadas a una actividad de mayor prioridad o abandonaban el trabajo por la poca claridad y falta de material. Se realiza la propuesta de estado futuro mediante un grupo de expertos con 7 a 10 años de experiencia en la Ingeniería. Las propuestas del estado futuro incluyen estandarización del trabajo que se logra definiendo en que consiste el trabajo completado y listo para la actividad sucesora, metas, plazos y estándares de calidad, producción PEPS que permite un máximo de elementos en inventario obligando a cada actividad a producir procurando mantenerse dentro de los límites para mantener la nivelación y sincronización de su producción. Con las mejoras propuestas la reducción del tiempo de ciclo fue del 40%.
- Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping. Journal of construction engineering and management ASCE/ August 2009 782-790. (Haitao, Tarry, Mohamed, & Reza, 2009). Con la aplicación del mapeo de la cadena de valor para la construcción de las actividades de 400 casas, la recolección de datos se desarrolló mediante un sistema de seguimiento de la producción donde se debía registrar las distintas fechas de las actividades ejecutadas. Los autores dividieron la construcción de la casa en 5 etapas, en la cual la etapa 1 (Fundición) fue la más crítica debido a que presenta una duración y desviación estándar mayor, demostrando que el proceso no fue controlado efectivamente, por lo tanto la

investigación se centró en dicha etapa. La construcción del estado actual se realizó en una sesión de dos días en la que asistió el equipo investigador y un experto en Lean, la información registrada en el mapa fue estimada por los administradores de obra y verificada por los investigadores de acuerdo a los datos tomados en sitio. Del mapa del estado actual se detectó plazo de entrega entre actividades bastantes altos, alta variabilidad en el proceso, retraso en el programa de trabajo lo que ocasiona que las actividades no inicien en la fecha programada y el ciclo de fabricación se vuelva más impredecible, problemas de calidad. La propuesta del estado futuro consistió en establecer un flujo de producción sincronizado, nivelar la producción en la tarea marcapaso mediante la aplicación de un sistema en FIFO, reestructura el trabajo y mejorar la confiabilidad con la estandarización del trabajo y la gestión de la calidad. La duración total disminuye de 65,5 días a 38,5 días, el tiempo de espera se reduce en un 9%. Se realiza la simulación en software los resultados fueron consistentes con los datos registrado en los mapas. Para la implementación del estado futuro se formuló un plan Kaizen anual para dividir la implementación en pasos.

- Implementing Value Stream Mapping Tool in the Construction Industry. (Vilasini & Gamage, 2010) Esta investigación es un estudio de caso de investigación exploratorio que realiza la aplicación del mapeo de la cadena de valor en una planta de hormigón prefabricado con el fin de eliminar los problemas de calidad y reducir el tiempo de ciclo. La etapa inicial de la investigación incluye trabajo de campo y recolección de datos para diagnosticar el problema, utilizaron los pasos básicos del mapeo de la cadena de valor recomendados por Rother & Shook. Se mapea una familia de productos que representa más del 10% del volumen de capacidad de producción, la recolección de datos inició con la recepción de materias primas, se identificó vínculos entre actividades de producción y se estableció el flujo de información y materiales. Se obtuvo diferentes variables como tiempo de ciclo, tiempo de espera, tiempo de preparación, entre otros. Se construye SIPOC del proceso y se analizan las pérdidas detectadas con el diagrama espina de pescado. Del análisis del estado actual, se encontraron movimientos excesivos de personal y de material, falta de material en el lugar indicado, proceso de trabajo poco estandarizado, mala distribución en los elementos de trabajo. La propuesta del estado futuro consiste en la estandarización del trabajo, estandarización del proceso, implementación de un buen sistema de gestión ambiental

- Value Stream Macro Mapping-a Case Study of Aluminum Windows For Constructiion Supply Chain (Fontaníni & Picchi). Se implemente el mapeo de la cadena de valor en un caso de estudio exploratorio de ventanas de aluminio desde la construcción hasta la instalación en sitio. Los datos fueron recopilados mediante entrevistas semiestructuradas con cada uno de los agentes de la cadena de suministro. La investigación es desarrollada en una constructora mediana que construye edificios residenciales y comerciales, la obra objeto de investigación es un edificio residencial de 8 pisos. En esta investigación se mapeo el proceso macro, en el cual interviene la constructora, el productor de ventanas de aluminio y la empresa extractora de bauxita. Los mapas del estado actual de la constructora y el productor se obtuvieron a partir de entrevistas y visitas, se construyeron con los pasos propuestos por Rother & Shook, el mapa del extractor se obtuvo de dicha Compañía. El mapa de la constructora está dividido en tres procesos principales: recepción e inspección, instalación y el proceso de verificación y reparación, en total fueron instaladas 427 ventanas distribuidas en los 8 pisos en 8 apartamentos, las ventanas fueron entregadas por el productor en 3 lotes y fueron entregadas cerca a la fecha de entrega de la obra. Del estado actual se detecta que falta flexibilidad debido a los largos plazos de planificación y programación, alto inventario (stocks en materia prima, en procesos y productos terminados), no existen un sistema de información integrado entre los agentes de la cadena de suministro. En el estado futuro se realiza la propuesta para adoptar la entrega de material mediante un sistema Kanban, implicando cambio en la forma de trabajar de cada participante adoptando una producción just in time, donde cada agente necesitaría producir solo lo que el cliente necesita, reducción de inventarios, creación de un sistema de información integrado que permitirá una visión compartida de la demanda, esta información puede ser compartida on-line de forma diaria para realizar seguimiento a los pedidos hasta su entrega.
- Mapa de la cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D.F. Ingeniería 16-1 (2012) 51-57 (González Torres & Velásquez Reyes, 2012). En este artículo se implementa la metodología del mapa de la cadena de valor en su etapa de estado actual para la empresa Agronopal en el área de producción de cables, los investigadores realizan la toma de datos en la fábrica, con estos se calcula los tiempos de ciclo, tiempo de valor agregado, porcentaje de valor agregado, tiempo disponible, tiempo muerto, tiempo takt time, entre otros para la construcción del estado actual. El estado actual fue presentado en una junta donde estuvieron involucradas las personas del área de trabajo con el fin de realizar una lluvia de ideas para las

mejoras. Se detectó que el flujo de información de actividades no es adecuado y se requiere que fluya, se necesita balancear la línea de producción pues con 28 operarios se puede realizar las actividades que ejecutan 44 trabajadores.

2.2 Contexto Teórico

Es necesario realizar la contextualización teórica de este trabajo de investigación, para lo cual se muestra a continuación como surgió Lean Construction, sus principios, que es cadena de valor, los siete tipos de pérdidas en Lean, que es y cómo se realiza el mapeo de la cadena de valor.

Sistema de Producción de Toyota

Después de la segunda guerra mundial Japón perdió el 42% de la riqueza nacional y el 44% de la capacidad industrial: energía, instalaciones, maquinaria, entre otros. Durante algunos años después de la derrota, la economía japonesa estuvo casi totalmente paralizada con una severa escasez de alimentos, una elevada inflación y los efectos de un mercado negro generalizado. (Rodríguez Asien, 2012)

Toyota Motor Company era una empresa de vehículos con un mercado reducido. Con el fin de superar las desventajas que tenía respecto a las empresas automovilísticas norteamericanas (que fabricaban con una producción en masa) quienes dominaban el mercado, Toyota se vio en la necesidad de diseñar un nuevo sistema de producción que le permitiera obtener mayor eficiencia sin aumentar el volumen producido, pues el sistema de producción en masa no podía ajustarse a las necesidades japonesas.

Este nuevo tipo de producción creado por Toyota busca la identificación y eliminación de los diferentes desperdicios, y el análisis de la cadena de valor para conseguir un flujo de material constante, en la cantidad adecuada, la calidad indicada y en el momento necesario.

En el sistema de producción de Toyota es importante examinar el proceso desde la perspectiva del cliente, identificando que es lo que el cliente quiere del proceso de esta manera se define el valor. Conociendo la visión del cliente, se puede observar un proceso y separar los pasos con valor agregado y los que no. Toyota fueron los primeros en aplicar el mapeo de la cadena de valor (VSM), pues con el fin de mejorar sus procesos realizaban el mapa del flujo de valor, siguiendo el camino del material

o información a través del proceso, recopilando datos para identificar actividades que agregan y las que no agregan valor, deshaciéndose de estas últimas. (K. Liker, 2011)

Lean Construction

Para este trabajo es necesario conocer el desarrollo de Lean Construction que es una filosofía de gestión de proyectos la cual busca mitigar las pérdidas en la productividad, costos y calidad introducida por el profesor Lauri Koskela en el año 1992, esta filosofía surgió a partir de Lean Manufacturing creada en 1950 por el Ingeniero de Toyota Taiichi Ohno; la cual tiene como objetivo eliminar los desperdicios mediante la producción eficiente y la mejora continua consiguiendo así entregar un producto con mayor valor agregado.

En 1992 Lauri Koskela con el grupo de investigación de CIFE de la Universidad de Stanford escribió el estudio “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción” en donde estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. Este trabajo fue un hito importante en el desarrollo de la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean al sector de la construcción. (Botero & Álvarez, Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento), 2004) (Porras Días, Sánchez Rivera, & J.A., 2009) (Koskela, 1992)

El Lean Construction Institute (LCI) define Lean Construcción como: “Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de producción para la entrega de un proyecto- una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructura. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega. Lean cambia la forma en la que se realiza el trabajo a través del proceso de entrega. Lean Construction se extiende desde los objetivos de una producción ajustada- maximizar el valor y minimizar los desperdicios – hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de ejecución del proyecto” (Institute, 2016) (Pons, 2014)

A continuación, se relacionan los principios por los cuales se rige Lean Construction (Alarcón Cardenas, 2013) (Despradel, y otros, 2011):

- Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor
- Reducir la participación de actividades que no agregan valor

- Identificar el valor del proyecto e incrementarlo bajo las necesidades del cliente.
- Simplificar y minimizar pasos y etapas
- Implementar la entrega por demanda
- Buscar la perfección y el desarrollo continuo
- Reducir la variabilidad
- Reducir los tiempos de ciclo
- Incrementar la flexibilidad de la producción
- Incrementar la transparencia de los procesos
- Referenciar los procesos con los de las organizaciones líderes (“Benchmarking”)

Cadena de Valor

La cadena de valor corresponde a un modelo de los procesos involucrados en la producción de una empresa para agregar valor al producto y satisfacer las necesidades del cliente. La cadena de valor de un producto involucra tanto procesos de conversión como procesos de flujo, los procesos de flujo son fundamentalmente los movimientos, inspecciones y esperas. En una cadena de valor se puede dividir el conjunto de actividades en tres grupos: actividades que añaden valor al producto final, actividades que no agregan valor pero que no se pueden excluir del proceso y las actividades innecesarias las cuales no agregan valor al producto y se pueden excluir del proceso final sin que el producto final sea alterado. (Rother & Shook, 1999)

Los dos últimos conjuntos pueden presentar actividades que pueden ser consideradas pérdidas, es decir, toda actividad que consume recursos, pero que no entrega valor (Liker, 2003). Existen siete tipos de pérdidas productivas (Hines & Rich, 1997) :

- Sobreproducción: producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: falencias en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones.

En primer lugar, tenemos los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

- **Esperas:** Motivado fundamentalmente por los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.
- **Transporte:** Vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a un sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos
- **Sobreprocesar:** Ocurre como consecuencia de la realización de pasos innecesarios para procesar las piezas. Cuando se procesa ineficientemente debido a herramientas defectuosas o al diseño del producto, ello causa movimientos innecesarios y produce defectos. También genera desperdicio cuando se producen productos con una calidad más elevada de la requerida. (Liker, 2003)
- **Exceso de Inventario:** Tiene muchos motivos, y en él se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas,

vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda

- Movimientos innecesarios: Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad
- Defectos: La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas

Mapeo de la cadena de valor (VSM)

Es una herramienta visual que permite identificar de forma directa los flujos de actividades que son ejecutadas para entregar un producto al cliente, desde el momento en el que hace el requerimiento hasta que lo recibe. Esta herramienta se fundamenta en la diagramación de dos mapas de la cadena de valor, uno presente y uno futuro, que harán posible documentar y visualizar el estado actual y real del proceso que se va a mejorar, y el estado posterior, ideal o que se quiere alcanzar una vez se hayan realizado las actividades de mejoramiento. (Rother & Shook, 1999)

El propósito de esta herramienta es mapear el flujo completo, tanto de las actividades que agregan valor como de las que no, esto con el objetivo de localizar las oportunidades de mejora que se pueda presentar en el flujo estudiado.

Las actividades que agregan valor son aquellas que por las que el cliente está dispuesto a pagar, las que satisfacen su necesidad. Existen muchas otras actividades que la empresa requiere y son necesarias para su operación, pero no dan valor añadido al producto o servicio que espera el cliente, estas actividades deben reducir al máximo sin afectar las políticas internas o revisar estas últimas para mejorarlas y poder ser más competitivo. Adicional hay actividades que no

agregan valor al cliente ni son esenciales para la empresa, las cuales representan un desperdicio de recursos y se deben eliminar.

La metodología comienza con la elección de una familia de productos dentro de todas las que se producen en el lugar de trabajo y enfocar el análisis sólo en esta. Luego, se pasa a mapear la situación de producción actual, esto se realiza recorriendo físicamente la cadena de valor y registrando datos en terreno que permitan obtener indicadores del estado del proceso. Dentro de los típicos indicadores utilizados se encuentra el tiempo de ciclo, tamaño del lote, tiempo de valor agregado, tiempo de espera, porcentaje completo y preciso, etc. El mapa debe representar fielmente tanto el recorrido de cada unidad de producto a través de la cadena de valor como el de proveedor hasta la entrega al cliente.

Una vez se tenga el mapa del estado actual, se analiza para detectar las fuentes de pérdidas en la cadena y proponer mejoras. Con esto se realiza el mapa del estado futuro idealizado de la cadena de valor fundado en el marco conceptual de una producción Lean. El último paso consiste en desarrollar un plan de implementación con metas y objetivos claros para materializar el estado futuro a través de continuas mejoras en la cadena de valor.(Rother & Shook, 1999)

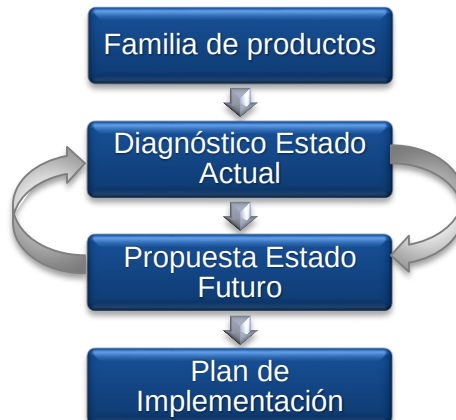


Ilustración 1. Metodología del mapeo de la cadena de valor. Fuente (Rother & Shook, 1999)

3. METODOLOGÍA

3.1. Empresa y procesos objeto de estudio

La empresa en la cual se llevó a cabo la investigación tiene 20 años de experiencia y ha realizado obras en Quindío y Valle del Cauca. El tipo de obra que desarrollan en su gran mayoría son edificaciones de uso institucional especialmente instituciones educativas. En la actualidad ejecutan un contrato con el Municipio de Santiago de Cali para construir tres Instituciones Educativas ubicadas en el Distrito de Aguablanca. Por motivos de confidencialidad solicitados directivos de la empresa, no serán revelados los nombres de las entidades ni personas que participan en la investigación.

En su estructura la empresa ha definido nueve procesos que son:

- Proceso administrativo y de recurso humano.
- Proceso de calidad.
- Proceso de ejecución de obra-GML.
- Proceso de ejecución de obra.
- Proceso de mercadeo y ventas.
- Proceso de planeación de proyectos.
- Proceso financiero.
- Proceso gerencial.
- Proceso de salud ocupacional.

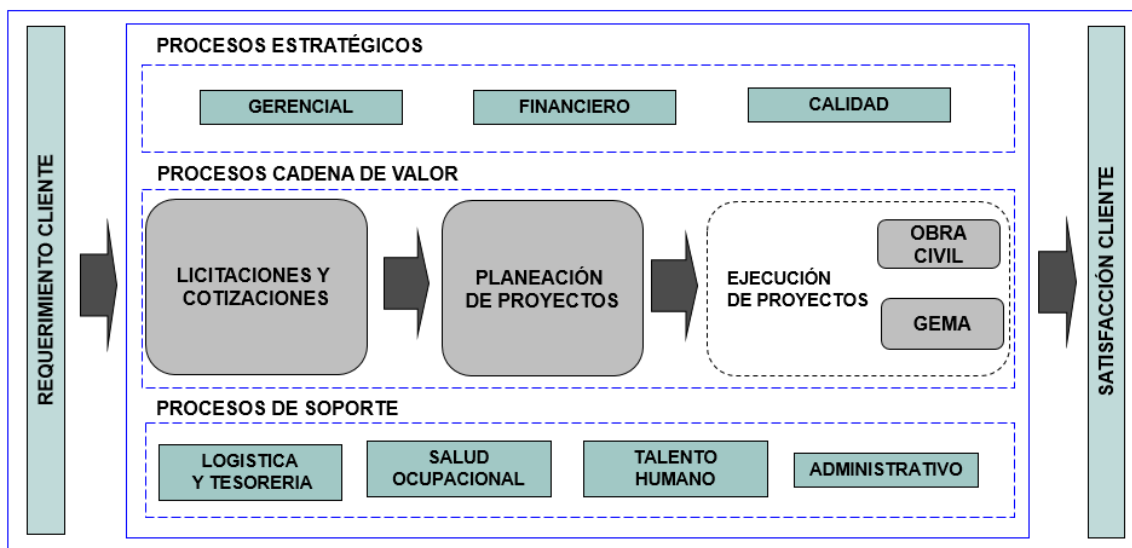


Ilustración 2 Mapa de procesos. Fuente empresa constructora

En este trabajo de investigación se estudiará el proceso de ejecución de proyectos de obra civil que es el encargado de realizar y controlar los proyectos de construcción cumpliendo con el cronograma, presupuesto, calidad y especificaciones técnicas establecidas; su alcance es desde el reconocimiento del sitio de obra y termina cuando la obra se entrega al cliente.

Recolección y tratamiento de la información

Con el fin de conocer las actividades que realiza la ejecución de proyectos de obra civil, a continuación se muestra la caracterización de dicho proceso, en esta se evidencia las entradas del proceso (proveedor y suministro), actividades, responsable, registro y salidas.

ENTRADAS		ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO	SALIDAS	
PROVEEDOR	SUMINISTRO				PRODUCTO	CLIENTE
Proceso Planeación de Proyectos	* Cronograma	* Revisión del documento, indagación sobre posibles dudas, realización de cambios. * Demarcación de la ruta crítica	Ingeniero Residente/Inspector de Obra	* Cronograma con modificaciones (cuando aplique) * Bitácora de obra. * Programación semanal de actividades	• Programación semanal de actividades, Acta de Reunión • Informe parcial de ejecución	N.A
	* Documento con el plan de trabajo para el proyecto (espacios, tiempos, proveedores, entre otros). * Documentación revisada	* Revisión de documentación recibida, empalme de información para el proyecto. * Solicitud de materiales, equipos y/o servicios	Ingeniero Residente/Inspector de Obra	* Acta de reunión * Solicitud de materiales, equipos y/o servicios	* Acta de reunión * Solicitud de materiales, equipos y/o servicios	Proceso Operaciones y Logística.
	* Plan de Calidad * Plan de Recepción de Materiales Críticos * Síntesis del proyecto (cuando aplique).	* Recepción y almacenamiento de la información para la obra.	Coordinador de proyectos e Ingeniero Residente.	* Acta de entrega de plan de calidad, plan de recepción de materiales críticos y síntesis del proyecto.	Acta de entrega de documentos.	N.A.
		* Solicitud de certificaciones de calidad para materiales y/o calibraciones de equipos.	Coordinador de proyectos e Ingeniero Residente.	* Correo electrónico con dicha información y/o acta de reunión	* Correo electrónico con dicha información y/o acta de reunión	* Proceso Operaciones y Logística.

“Un estudio de caso de la cadena de valor de los procesos de soporte administrativo de una obra de construcción”

N.A	Informes parciales de ejecución	* Informe mensual de seguimiento del proyecto (Avance y cumplimiento del cronograma, presupuesto, seguimiento a subcontratistas)	Coordinador de proyectos	Informe Mensual de Seguimiento a Proyectos. (Comparativos de gastos, comparativo de avance, entre otros)	Informe de Seguimiento a Proyectos	N.A
N.A	Actas parciales (cuando aplique)	Revisión y verificación de cantidades	Director de Proyectos/ Coordinador de proyectos/ Ingeniero Residente/Cliente	Actas parciales revisadas y firmadas	Actas parciales aprobadas	* Proceso Calidad * Cliente * Proceso Financiero
N.A	Informe de Seguimiento a proyectos	Informe ejecutivo de Proyectos en ejecución	Director de Proyectos	Informe ejecutivo	Informe ejecutivo	* Proceso Gerencial
Proceso Operaciones y Logística	Materiales, insumos, maquinaria y/o servicios.	Evaluación y registro de materiales e insumos.	Ingeniero Residente o Almacenista	* Solicitud y recibo de materiales, equipos y/o servicios y/o * Correo electrónico.	* Solicitud y recibo de materiales, equipos y/o servicios * Remisión * Devolución de materiales	Proceso Operaciones y Logística (Cuando aplique)
Proceso Administrativo y de Recurso Humano	Personal competente seleccionado.	Ejecución de proyectos	Ingeniero Residente.	Evaluación de desempeño	Evaluación de desempeño	* Proceso Administrativo y de Recurso Humano * Proceso Gerencial
N.A	N.A	Toma de muestras, ensayos de materiales.	Ingeniero Residente y/o Entidad Contratada	* Formulario de pruebas de laboratorios y ensayos y/o remisiones. y/o * Registro fotográfico y/o * Bitácora de obra.	Resultado de laboratorio	Interventor y/o Cliente Externo (Cuando lo solicite)
Cliente Externo y/o Interventor	* Especificaciones, diseños técnicos, planos (cuando aplique)	* Información para la actualización de los planos y/o especificaciones técnicas	Director de proyectos/ coordinador de proyectos/ Ingeniero Residente.	* Correo electrónico con dicha información y/o acta de reunión	Planos, diseños técnicos actualizados.	N.A
N.A	Presupuesto del proyecto	Elaboración de acta final y liquidación de obras.	Director de Proyectos/ Coordinador de proyectos/ Ingeniero Residente/Cliente	Acta final revisada y firmada	Acta final aprobada	* Cliente * Proceso Financiero * Proceso de Calidad
N.A	Toda la información del proyecto ejecutado (carpetas del proyecto)	* Reunión de entrega de información	Ingeniero Residente.	* Acta de reunión * Carpetas con toda la documentación del proyecto (Formatos diligenciados en obra, calibración de equipos,	* Documentación completa de la obra.	* Proceso de Calidad

				certificados de calidad de materiales) * Bitácora de obra. * Registro fotográfico		
Proceso Dirección de Operaciones y Logística	* Certificaciones de calidad para materiales y/o calibraciones de equipos.	* Revisión de certificados, almacenamiento y control de los documentos	Ingeniero Residente.	Certificados de calibración de equipos y/o certificados de calidad de materiales	Certificaciones almacenadas.	N.A
Proveedor	Informe de resultados de laboratorio	* Revisión de informes, almacenamiento o y/o retroalimentación con el laboratorio	Ingeniero Residente/ Inspector de obra.	Informes de resultados de laboratorio	Informes almacenados	N.A
Cliente Externo y/o Interventor	Recomendaciones	* Analisis de la información y definición de actividades a ejecutar.	Ingeniero Residente/ Director de Proyecto/ Interventor de obra/	* Acta de reunión y/o Formato Quejas, reclamos y/o sugerencias.	N.A.	Cliente Externo y/o Interventor
N.A	N.A	Evaluación de los indicadores de gestión de calidad.	Ingeniero Residente	Resultado de la evaluación de los indicadores de calidad.	Indicadores de gestión del proceso.	* Proceso de Calidad

Tabla 1: Caracterización proceso ejecución de obras civil Fuente: Elaboración propia basado en información recolectada de la empresa constructora

Varios estudios muestran que existe una incidencia importante en los retrasos de los proyectos de construcción, generados por la mano de obra y la falta de materiales. Como es la investigación en la cual se analizaron las causas de no cumplimiento de 14 proyectos de construcción en Sudamérica obteniendo las causas de no cumplimiento más repetitivas: mano de obra 17.33%, falta de prerequisite 14.90%, falta de materiales 10.97%, afectación por causas de clima 9.58% y fallas o problemas con subcontratistas 9.02%. (Morales, 2016). También un artículo publicado en el 2018 analiza 1057 causas de retraso en proyectos de construcción propuestas por 47 autores a nivel mundial, obteniendo como conclusión que los problemas de ejecución representan el 32.60%, mano de obra 18.10%, problemas en el diseño 16.80%, aspectos administrativos 14.20%, materiales 10.30%, maquinaria 4.70% y otros con 3.40%. (N., E., & J., 2018)

A nivel nacional se tienen trabajos de grado que han investigado las causas de incumplimiento de la programación en obras civiles, en los cuales se nombra las causas típicas de retrasos generados por el contratista (Burgos Marin & Vela Ávila, 2015) (Gordo Barreiro, López, Andrea, & Vargas Quimbaya, 2017):

- Entrega tardía de los planos de ejecución.
- Adquisiciones tardías de materiales y equipos.
- Personal insuficiente.
- Personal no calificado.
- Inadecuada coordinación con sub-contratistas u otros contratos.
- Retrasos del contratista.
- Respuesta tardía a consultas del dueño o arquitecto/diseñador.
- Construcción no conforme a los requerimientos del contrato, rehaciendo los trabajos que sean necesarios.
- Trabajo lento debido a la falta de planificación y gestión por parte del contratista en la adquisición de materiales y el suministro de trabajadores
- Decisión tardía del consultor de diseño sobre el cambio en los diseños del proyecto

Como se evidenció en los párrafos anteriores, la mano de obra y los materiales son una de las causas principales que generan retraso en proyectos de construcción; por lo tanto, se decide mapear los procesos de adquisición de materiales y proceso de pago a contratistas de mano obra que son procesos soporte al de ejecución de proyectos de obra civil.

Dado que el proceso de adquisición de materiales abarca la obtención de todos los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto incluida la compra de una puntilla hasta la compra de la motobomba de la red contra incendios, se limita el mapeo a los capítulos críticos del presupuesto, que para este caso serán aquellos que correspondan a más del 7.00% del presupuesto total. Para las obras que se encuentran en ejecución, se muestra los capítulos y su porcentaje respecto al presupuesto total de cada obra, así mismo el porcentaje de cada capítulo totalizado respecto al total de los tres proyectos.

Capítulo	Porcentaje del presupuesto			
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Total obras
Preliminares	1.15%	1.83%	4.36%	1.72%
Movimientos de tierra	3.28%	3.72%	5.39%	3.65%
Cimentación	6.44%	7.78%	1.67%	6.18%
Estructura de concreto	15.20%	8.78%	8.85%	12.79%
Acero de refuerzo	7.77%	8.78%	8.85%	8.16%
Pavimentos y exteriores	1.10%	3.18%	1.86%	1.72%
Cerrajería	6.53%	4.82%	0.00%	5.29%
Estructuras complementarias	0.00%	0.00%	1.58%	0.20%
Impermeabilización	2.64%	2.82%	1.59%	2.55%

Estructura metálica de cubierta	7.19%	1.26%	0.00%	4.80%
Muros en mampostería	3.87%	3.56%	3.97%	3.81%
Sistemas livianos y especiales	3.73%	0.93%	0.77%	2.66%
Repellos, enchapes y revestimientos	0.36%	0.75%	1.00%	0.54%
Estucos y pinturas	0.66%	0.64%	0.58%	0.65%
Cubierta	3.48%	3.18%	5.29%	3.63%
Contrapisos y bases para pisos	2.42%	4.75%	4.04%	3.21%
Acabados de pisos	6.11%	4.78%	6.97%	5.89%
Carpintería metálica	6.04%	9.88%	7.65%	7.21%
Carpintería en acero inoxidable	0.52%	0.98%	1.27%	0.72%
Dotación de baños	1.26%	1.50%	1.22%	1.32%
Cocina	0.62%	1.61%	2.20%	1.07%
Cancha	0.50%	2.13%	3.40%	1.27%
Señalética	0.01%	0.03%	0.05%	0.02%
Empradización y jardinería	0.69%	1.02%	0.00%	0.69%
Dotación	0.81%	2.39%	0.83%	1.21%
Sistema de elevador	0.59%	1.47%	0.00%	0.74%
Aseo y Varios	0.49%	0.98%	1.03%	0.68%
Instalaciones hidrosanitarias y aguas lluvia	2.63%	2.84%	2.58%	2.68%
Sistema contra incendio	4.60%	4.25%	8.23%	4.97%
Redes eléctricas	5.88%	5.14%	7.87%	5.94%
Sistema de apantallamiento	0.46%	1.08%	0.00%	0.56%
Detención de incendios	0.30%	0.75%	1.13%	0.52%
Extensión primaria y acometida subterránea	0.49%	0.51%	1.53%	0.62%
Subestación	0.20%	0.26%	0.49%	0.25%
Acometida en baja tensión	0.44%	0.38%	1.09%	0.51%
Tablero baja tensión	0.24%	0.39%	0.77%	0.34%
Planta de emergencias y acometidas tablero	1.26%	0.80%	1.74%	1.20%
Malla tierra	0.05%	0.06%	0.00%	0.05%
Red de gas	0.00%	0.00%	0.14%	0.02%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Actividades que incluyen cemento	28.87%	37.70%	31.94%	31.48%

Tabla 2: Porcentaje del total del presupuesto por capítulo. Fuente: Autor

Los capítulos estructura de concreto y acero de refuerzo tienen porcentajes del 12.79% y 8.16% respectivamente, aunque el capítulo de carpintería metálica representa el 7.21% del presupuesto total, se descarta dicho capítulo debido a que en la programación de los proyectos este capítulo aparece en la etapa final y aún no presenta avance. Por lo tanto se define mapear el proceso de compra de acero

de refuerzo y cemento. Se realiza un análisis posterior y se observa que todas las actividades que incluyen cemento son el 31.48% del presupuesto total.

3.2. Etapas de investigación

Para llevar a cabo la investigación fue necesario dividir el trabajo con la empresa constructora en varias etapas como se muestra a continuación:

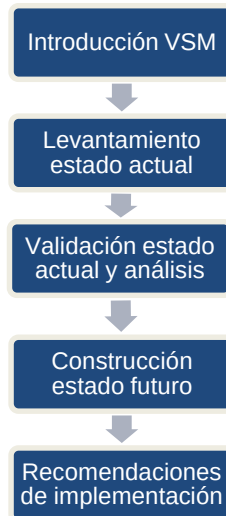


Ilustración 3 Etapas de trabajo con empresa constructora. Fuente: Autor

3.2.1 Etapa preliminar

Con los procesos a mapear definidos, se realiza capacitaciones a las áreas que intervienen en estos. La presentación consiste en una introducción a Lean Construction, mapeo de la cadena de valor, objetivo y alcance de la investigación, y plan de acción.

Para cada proceso a continuación se relaciona el personal que interviene en ellos:

- Adquisición de materiales (cemento y acero):
 - Directora de logística y tesorería- Dirección de logística y tesorería
 - Asistente logística y tesorería- Dirección de logística y tesorería
 - Gerente-Gerencia
 - Residente de obra-Dirección de proyectos
 - Almacenista-Dirección de proyectos
 - Asistente contable- Dirección financiera
 - Mensajero- Dirección administrativa y de talento humano

- Pago a contratistas de mano de obra
 - Gerente-Gerencia
 - Director de obra-Dirección de proyectos
 - Residente de obra-Dirección de proyectos
 - Auxiliar de Ingeniería- Dirección de proyectos
 - Directora de logística y tesorería- Dirección de logística y tesorería
 - Asistente contable- Dirección financiera
 - Asistente administrativa- Dirección administrativa y de talento humano

3.2.1 Levantamiento estado actual

En esta etapa se realizó el levantamiento de los procesos como funcionan en la actualidad, estos se construyeron con el personal que interviene en cada proceso realizando visitas a las obras y oficina principal.

Los procesos objeto del estudio nacen desde que se presenta la necesidad en la obra y finalizan cuando se satisface dicha necesidad, en el desarrollo de los procesos se realizan trabajos en obra, pero la mayor parte se ejecuta en la oficina principal, por lo tanto, se realizan tomas de datos en las obras y en la oficina principal.

Debido a que existe un flujo considerable de información y que solo hay material en la etapa final de los procesos, se realiza reuniones con el grupo de personas que intervienen en cada proceso de soporte a la obra con el fin de visualizar las relaciones entre actividades y que ocurre en estas. En las reuniones se enfatiza que la información suministrada debe ser lo más honesta posible, pues se puede realizar análisis más exactos y obtener mejores resultados, más cercanos a lo que realmente se requiere.

Por la naturaleza de los proyectos que ejecuta la empresa objeto de investigación, las solicitudes de acero, cemento y el pago de planillas de mano de obra no son actividades que se realicen todos los días, sino que se van desarrollando a medida que las obras lo demanden, por lo tanto, el tiempo de observación, toma de datos, reuniones y visitas a los diferentes lugares donde se ejecutan los procesos fue durante 4 meses.

Con el grupo de personas que interviene en cada proceso se realiza la presentación y validación de los estados actuales, también se analiza el Estado Actual con el fin de detectar cuáles actividades generan valor al proceso y cuáles no. A partir de lo

anterior se plantean soluciones de cómo reducir tiempos en actividades que no generan valor y rediseñar los procesos.

3.2.2 Construcción del estado futuro

En esta etapa se construye los mapas del estado futuro de acuerdo a las pérdidas detectadas y a las mejoras que se pueden realizar en los procesos, se calcula los tiempos estimados que demora el nuevo proceso, para poder apreciar la optimización obtenida con los cambios planteados. También se entrega las recomendaciones para su implementación. Los mapas obtenidos fueron validados por expertos en un Grupo Focal. A continuación se da una breve de lo que es y para que se usa un Grupo Focal:

Grupo Focal

Los grupos focales son es una técnica cualitativa que consiste en 90 a 120 minutos de discusión con un grupo limitado de personas que reúnen ciertas características comunes para su selección y son guiados por un moderador quien conduce la sesión en base a una guía de moderación. Esta técnica permite a través de las discusiones y opiniones conocer cómo piensan los participantes respecto a un asunto o tema determinado (Hernández & Coello, 2002)

El tamaño de los grupos focales puede variar desde 6 hasta 12 personas, condicionado esencialmente por dos factores: deben ser lo suficientemente pequeños para que cada participante tenga la oportunidad de compartir ideas y aportar sus percepciones y lo suficientemente grandes para que haya riqueza de ideas pero sin que el grupo llegue a fraccionarse. (González, Rodríguez, & Febles, 2007)

4. LEVANTAMIENTO ESTADO ACTUAL

Se presentan los mapas del estado actual de la cadena de valor de los tres procesos seleccionados, de igual manera un resumen de cada proceso con el fin de apoyar lo que se encuentra plasmado en los mapas del estado actual que debido a su extensión se encuentran en los anexos 9.8, 9.9 y 9.10, las convenciones usadas para la construcción de los mapas se encuentra en el anexo 9.7. Los mapas se pueden leer así:

“Un estudio de caso de la cadena de valor de los procesos de soporte administrativo de una obra de construcción”

- Las franjas horizontales demarcadas en rojo, en la ilustración 4, son las diferentes dependencias de la empresa por las cuales fluye la información del proceso mapeado.
- En color verde, se encuentra el recuadro de las actividades ejecutadas, en ellas se consigna la cantidad de personal que ejecuta la actividad.
- Con amarillo, debajo de cada actividad está la casilla de datos donde se muestran las diferentes duraciones y los indicadores obtenidos.
- De color lila, se registra la línea de tiempo para cada mapa, en los valles se registra el tiempo que añade valor mientras que en la montañas las actividades que no agregan valor. También se encuentra totalizado la duración del proceso y el tiempo de valor agregado.
- Las flechas muestran el flujo de información que puede ser manual y/o vía correo electrónico.

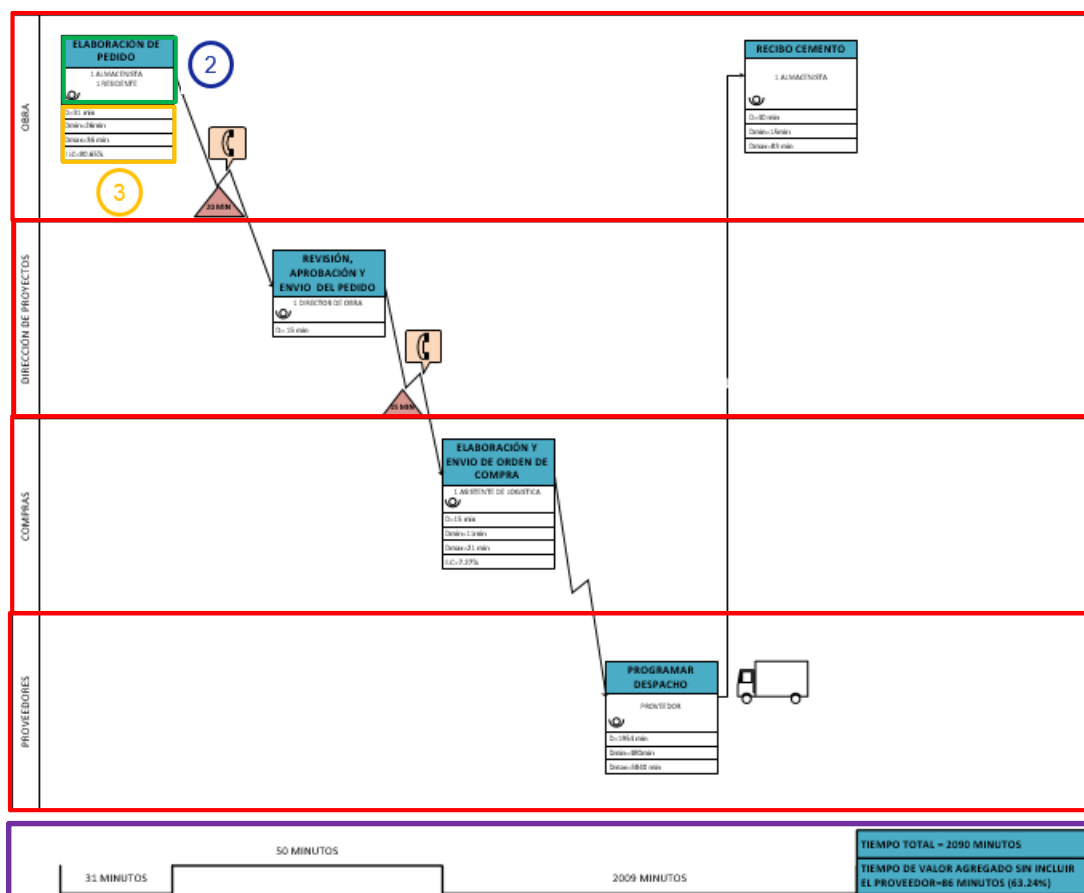


Ilustración 4: Configuración de mapas. Fuente: Autor

4.1. Estado Actual proceso adquisición de acero

El proceso inicia en obra con la creación de la solicitud de adquisición del material que la realiza el Residente de Obra y el Almacenista, usando un software que tiene implementado la empresa para el módulo comercial y contabilidad. Una vez finalizada la elaboración del pedido el Almacenista envía por correo electrónico la solicitud al Asistente de Logística asignado.

El Asistente de Logística solicita la aprobación del pedido al Gerente, si el pedido no es aprobado que ocurre un 22.22% de las veces, el asistente de logística informa a la obra para que corrijan y vuelvan a enviarlo nuevamente para aprobación de Gerencia, una vez aprobado se procede a cotizar con proveedores, cuando se tienen todas las cotizaciones el Asistente de Logística solicita al Gerente la aprobación y selección de proveedor para proceder con la elaboración de la orden de compra.

Se envía por correo electrónico la orden de compra al proveedor seleccionado, también se comparte la orden de compra al Departamento de Tesorería para proceder con el pago debido a que este es anticipado a la entrega del acero; la Directora Logística y Tesorería elabora el cheque y gestiona las firmas para que luego Contabilidad elabore el comprobante de egreso y programar el pago con el Mensajero de la Compañía.

Una vez realizado el pago, el Mensajero entrega comprobante de pago al Departamento de Tesorería que lo envía vía correo electrónico al proveedor para que este inicie con la fabricación y posterior despacho del acero solicitado.

Los datos tomados en sitio se encuentran en el anexo 9.1 y el cálculo de datos para la construcción del estado actual en el anexo 9.4. Para la construcción del estado actual se analizaron 36 solicitudes de compra de acero.

De acuerdo al mapa del estado actual presentado en el anexo No. 9.8, se observa que la duración total del proceso es de 6917 minutos (14.41 días) para los pedidos aprobado en primera instancia (77.78%) y 7028 minutos (14.64 días) para los pedidos no aprobados en primera instancia (22.22%).

Debido a que las actividades en las que intervienen los proveedores (cotizar, fabricación y despacho de acero) no se conoce a fondo su desarrollo y no son controlables por la Compañía, se excluyen del análisis de los tiempos de actividades

De las actividades que intervienen en la adquisición de acero, las que agregan valor son:

- Elaborar pedido
- Solicitud de cotizaciones
- Aprobación de cotización
- Elaboración y envío de orden de compra
- Envío comprobante de pago
- Recepción de material

Mientras que en las actividades contributivas se encuentran:

- La primera revisión y aprobación de pedido
- Elaboración de cheque
- Elaboración comprobante de egreso
- Programar pago

Por otro lado, se tienen actividades que no agregan valor al proceso y que se podrían evitar como son:

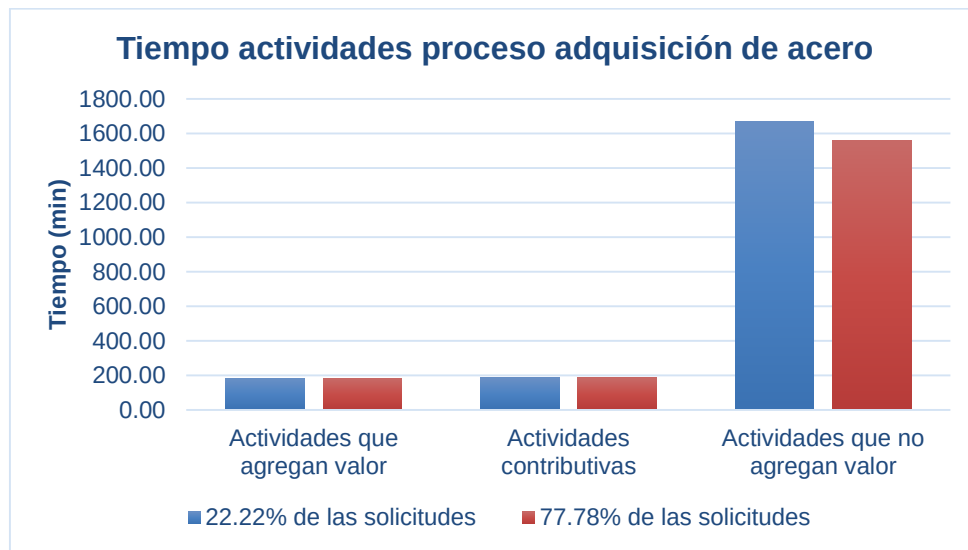
- Retrabajo en la elaboración de los pedidos producto de las desaprobaciones
- Revisión al pedido de acero
- Espera entre actividades
- Segunda revisión y aprobación de pedido

De la tabla 3 se observa que para los pedidos no aprobados en primera instancia (22.22%) el tiempo de eficiencia del proceso es 183 minutos equivalente al 8.99% y para los pedidos aprobados en primera instancia (77.78%) el tiempo de eficiencia es de 183 minutos equivalente al 9.51%.

Tipo de Actividad	Solicitudes no aprobadas en primera instancia (22.22%)		Solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%)	
	Minutos	Porcentaje del tiempo total	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	183.00	8.99%	183.00	9.51%
Contributiva	186.00	9.14%	186.00	9.66%
No agrega valor	1667.00	81.87%	1556.00	80.83%
Total	2036.00	100.00%	1925.00	100.00%

Tabla 3: Relación de tiempo de actividades adquisición acero. Fuente: Autor

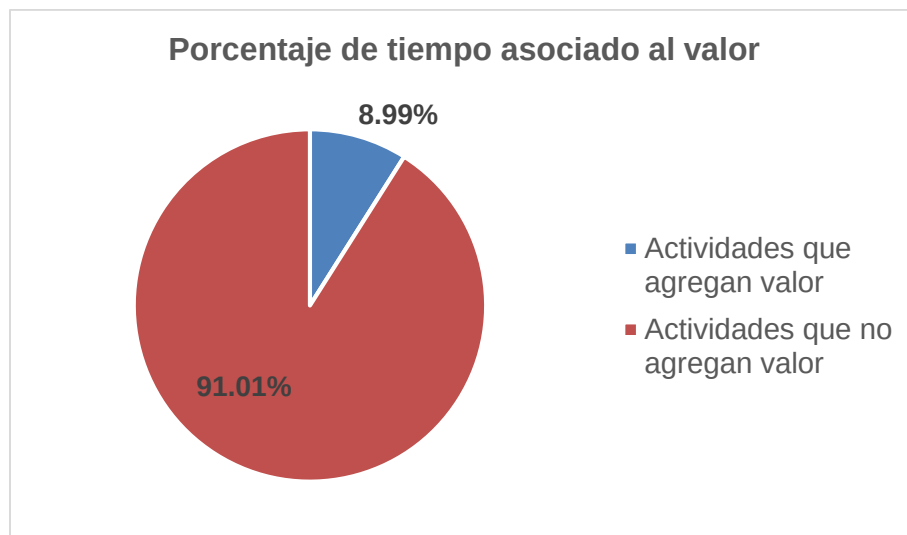
Como muestra la tabla 3 y la gráfica 1, el mayor tiempo del proceso es aportado por las actividades que no agregan valor con una contribución de 1667 minutos, seguido por las actividades contributivas con 186 minutos y las actividades que agregan valor con 183 minutos esto para las solicitudes no aprobadas en primera instancia (22.22%); mientras que para las solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%), las actividades que no agregan valor contribuyen con 1556 minutos, seguido de 186 minutos para las contributivas y 183 minutos para las que agregan valor.



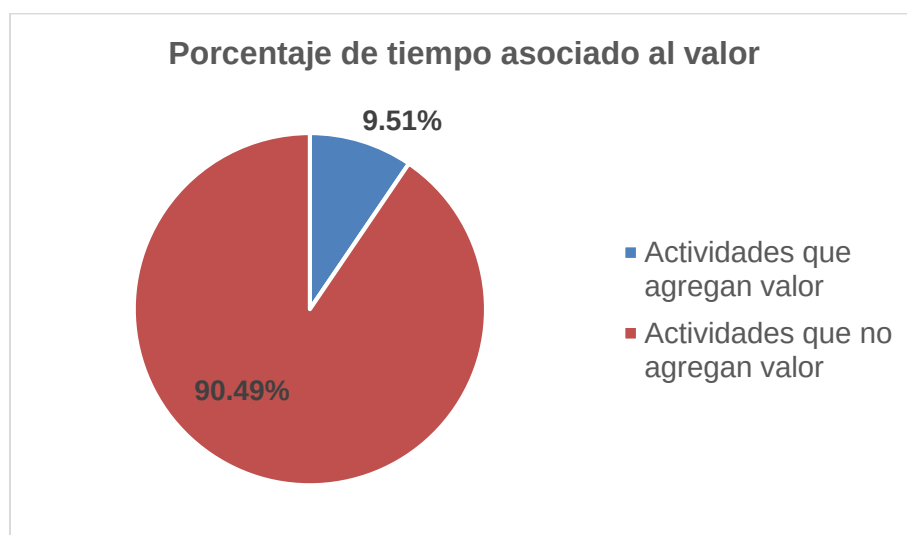
Grafica 1 Tiempo de actividades proceso adquisición de acero

En la gráfica 2 se muestra los porcentajes de tiempo asociados al valor, para las solicitudes no aprobadas en primera instancia (22.22%) se tiene que el 8.99% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 91.01% de actividades que no agregan valor.

Para las solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%), solo el 9.51% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 90.49% de actividades que no agregan valor, según lo que se muestra en la gráfica 3.



Grafica 2 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes no aprobadas en primera instancia (22.22%)



Grafica 3 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%)

Del anexo 9.8, se observa que el proceso cuenta con varias etapas las cuales son:

- Solicitud de material, cotizaciones y orden de compra (elaborar pedido-elaboración y envío orden de compra)
- Pago al proveedor (elaborar cheque-enviar comprobante de pago)
- Recibo de material (fabricación y despacho de acero-recibir acero)

De la primera etapa se evidencia que existen varias revisiones y aprobaciones al flujo de información por parte de la Gerencia, estas revisiones y aprobaciones son tiempos que no le agregan valor al proceso, además del tiempo de espera entre actividades que generan mayor desperdicio, en esta etapa existe participación de los trabajos realizados por el proveedor, la obra que requiere el material y oficina.

Para la segunda etapa todos los trabajos son desarrollados en la oficina, contando con tiempos de espera entre actividades bastante altos y actividades que no agregan valor al proceso.

Finalmente, la etapa de recibo de material involucra trabajos ejecutados por el proveedor y la obra, en esta etapa existe mayor contribución al valor del proceso por parte de las actividades que se ejecutan.

4.2. Estado Actual proceso adquisición de cemento

Al igual que el proceso de adquisición de acero, este proceso inicia en obra con la creación del pedido usando el software que tiene implementado la empresa para las solicitudes de material, la solicitud es elaborada por el Residente de Obra y el Almacenista. El pedido se envía vía correo electrónico al Asistente de Logística asignado.

El Asistente de Logística solicita la aprobación del pedido al Gerente, si la cantidad de sacos de cemento solicitados es menor a 100 que ocurre un 12.5% de las veces, el Asistente de Logística procede a solicitar cotizaciones a proveedores, seleccionar el proveedor y enviar orden de compra; para solicitudes mayores a 100 sacos que es el 87.5% de las veces, el Asistente de logística Elabora y envía orden de compra a alguno de los dos proveedores que la Empresa ya tiene definido para estas adquisiciones.

Como la Compañía tiene crédito a 30 días con los diferentes proveedores a los cuales se envía orden de compra menores a los 100 sacos, ellos proceden a la programación y despacho de material a obra. Para órdenes de compra mayores a 100 sacos el Asistente de Logística comparte la orden de compra al Departamento de Tesorería para proceder con el pago debido a que este es anticipado a la entrega del material; la Directora Logística y Tesorería elabora el cheque y gestiona las firmas para que luego Contabilidad elabore el comprobante de egreso y programar el pago con el Mensajero de la Compañía.

Una vez realizado el pago, el Mensajero entrega comprobante de pago al Departamento de Tesorería que lo envía vía correo electrónico al proveedor para que este realice la programación y posterior despacho del cemento.

Los datos tomados en sitio se encuentran en el anexo 9.2 y el cálculo de datos para la construcción del estado actual en el anexo 9.5. Para construir el estado actual se analizaron 32 solicitudes de compra de cemento.

De acuerdo al mapa del estado actual presentado en el anexo 9.9, se observa que la duración total del proceso es de 2712 minutos (5.65 días) para solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) y 2523 minutos (5.26 días) para solicitudes menores a 100 sacos (12.5%).

Como se mencionó en el proceso de adquisición de acero, en el análisis se excluyen los tiempos de las actividades de los proveedores (cotizar y despacho de cemento) debido a que no son controlables por la Compañía y que el desarrollo de estas actividades es en las instalaciones del Proveedor, cuyo proceso es desconocido por la empresa y no está dentro del alcance del presente trabajo de investigación.

De las actividades que intervienen en la adquisición de cemento, las que agregan valor son:

- Elaborar pedido
- Solicitud de cotizaciones (Solicitudes menores a 100 sacos 12.5%)
- Revisión y elección de cotización (Solicitudes menores a 100 sacos 12.5%)
- Elaboración y envío de orden de compra
- Envío comprobante de pago (Solicitudes mayores a 100 sacos 87.5%)
- Recepción de material

Mientras que en las actividades contributivas se encuentran:

- Revisión y aprobación de pedido
- Elaboración de cheque (Solicitudes mayores a 100 sacos 87.5%)
- Elaboración comprobante de egreso (Solicitudes mayores a 100 sacos 87.5%)
- Programar pago (Solicitudes mayores a 100 sacos 87.5%)

Por otro lado, se tienen actividades que no agregan valor al proceso y que se podrían evitar son:

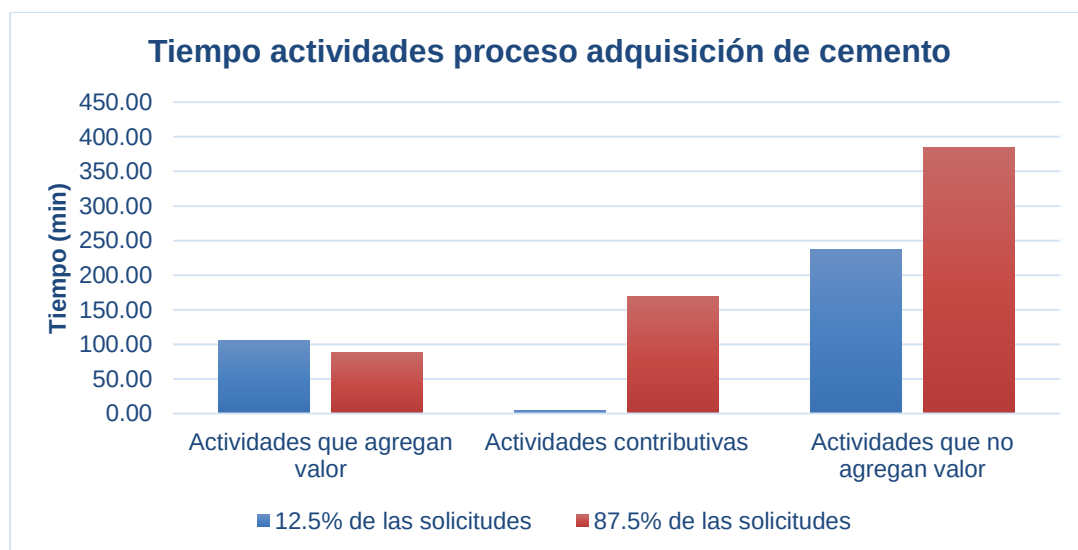
- Revisión de pedido por personal de Logística.
- Espera entre actividades

De la tabla 4 se observa que para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%) el tiempo de eficiencia del proceso es 105 minutos equivalente al 30.35% y para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) el tiempo de eficiencia es de 88 minutos equivalente al 13.71%.

Tipo de Actividad	Solicitudes menores a 100 sacos (12.5%)		Solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%)	
	Minutos	Porcentaje del tiempo total	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	105.00	30.35%	88.00	13.71%
Contributiva	4.00	3.81%	169.00	26.32%
No agrega valor	237.00	65.84%	385.00	59.97%
Total	346.00	100.00%	642.00	100.00%

Tabla 4: Relación de tiempo de actividades adquisición cemento. Fuente: Autor

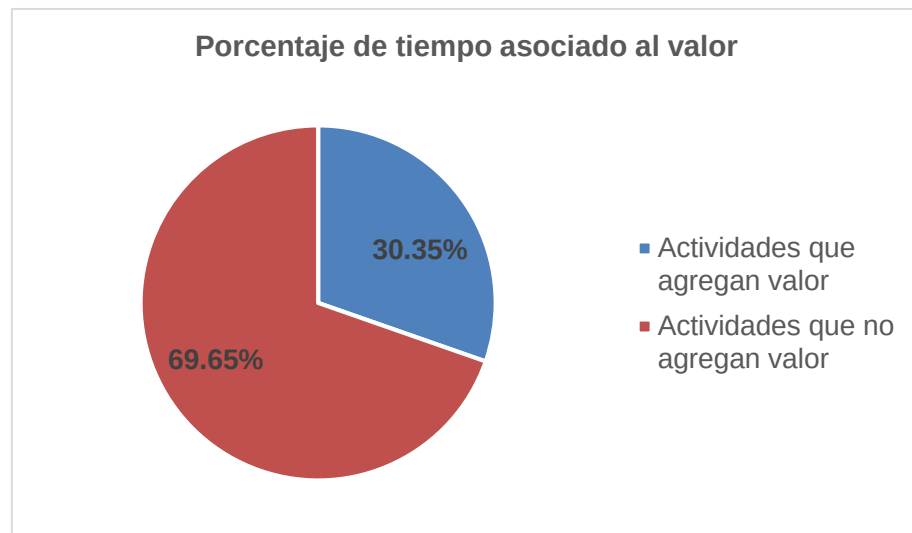
Como muestra la tabla 4 y la gráfica 4, el mayor tiempo del proceso es el aportado por las actividades que no agregan valor con 237 minutos, seguido por las actividades que agregan valor con 105 minutos y las actividades contributivas con 4 minutos esto para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%); mientras que para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) las actividades que no agregan valor aportan 385 minutos, seguido de 169 minutos para las contributivas y 88 minutos para las que agregan valor.



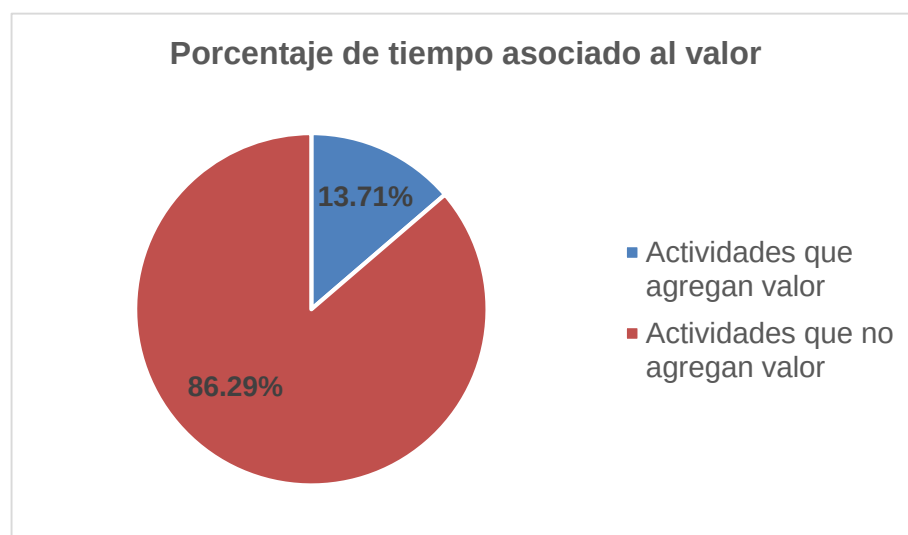
Grafica 4 Tiempo de actividades proceso adquisición de cemento

En la gráfica 5 se muestra los porcentajes de tiempo asociados al valor, para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%) se tiene que el 30.35% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 69.65% de actividades que no agregan valor.

Para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%), solo el 13.71% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 86.29% de actividades que no agregan valor, según lo que se muestra en la gráfica 6



Grafica 5 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%)



Grafica 6 Porcentaje de tiempo asociado al valor para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%)

Del mapa del estado actual (anexo 9.9) se observa que al igual que el proceso de adquisición de acero, este proceso cuenta con varias etapas:

- Solicitud de material, cotizaciones y orden de compra (elaborar pedido-elaboración y envío orden de compra)
- Pago al proveedor (elaborar cheque-enviar comprobante de pago)
- Recibo de material (programar despacho-recibir cemento)

De la primera etapa se observa que existen actividades que no agregan valor al proceso, como las revisiones que realiza el Asistente de Logística, revisión y aprobación de pedido por parte de la Gerencia, y las esperas entre actividades. También es visible que para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%) se solicita cotización a proveedores, mientras que para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) se elabora orden de compra a dos proveedores diferentes (ver anexo 9.5), en esta etapa participan los proveedores, la obra que solicita el material y oficina.

En la etapa de pago a proveedor se detectan esperas excesivas, y actividades contributivas, pero no existen actividades que agreguen valor el proceso.

En la etapa de recibir el material, al igual que el proceso de adquisición de acero, las actividades involucradas en esta etapa aportan valor al proceso y son ejecutadas por el proveedor quien despacha el material y la obra quien lo recibe.

4.3. Estado Actual proceso pago de planillas contratista mano de obra

Este proceso inicia en la obra con la elaboración de la planilla por parte del Residente de Obra y el Director de Obra, la planilla es enviada por correo electrónico al Auxiliar de Ingeniería que se encuentra en la oficina central.

El Auxiliar de Ingeniería revisa y corrige el 61.11% de las planillas enviadas por los distintos proyectos, para después enviarlas por correo electrónico al Gerente quien a su vez realiza revisiones y ajustes en un 44.44% de las planillas, luego las planillas ajustadas son enviadas por el mismo medio al Auxiliar de Ingeniería quien se encarga de imprimir las planillas y los soportes para entregarlos al Departamento de Tesorería.

La Directora de Logística y Tesorería elabora el cheque y gestiona las firmas, para luego entregar el cheque junto con la planilla y los soportes de pago al

Departamento de Contabilidad que elabora el comprobante de egreso y devuelve todos los documentos al Departamento de Logística y Tesorería.

El Departamento de Tesorería entrega los documentos a la Asistente Administrativa para que realice el fotocopiado del comprobante de egreso, avise a los contratistas que tienen pago y finalmente entregar el cheque.

La entrega del cheque se realiza el viernes después de las cuatro de la tarde o el sábado después de las 10:00 am, por lo tanto el contratista debe dirigirse al banco para cambiar o consignar el cheque y pagar a los trabajadores el sábado. Si el pago no se realiza el sábado el rendimiento de la obra se puede ver afectado, pues algunos trabajadores al no recibir el pago no se presentan a laborar el lunes.

Los datos tomados en sitio y los datos calculados para la construcción del estado actual se encuentran en los anexos 9.3 y 9.6 respectivamente. Se analizaron 18 pagos de planilla de mano de obra para la construcción del estado actual.

Del mapa del estado actual (anexo 9.10) se observa que la duración total del proceso es de 1651 minutos (3.44 días), donde 139 minutos (7.91%) corresponde a actividades que agregan valor.

De las actividades que intervienen en el pago de planillas a contratistas de mano de obra, las que agregan valor son:

- Elaborar planilla
- Impresión y entrega de documentos para pago
- Elaboración de cheque
- Revisión y firma de cheque
- Entregar cheque al contratista.

Mientras que en las actividades contributivas se encuentran:

- Revisión, corrección y envío de planilla
- Elaboración comprobante de egreso
- Programar pago

Por otro lado, se tienen actividades que no agregan valor al proceso y que se podrían evitar como son:

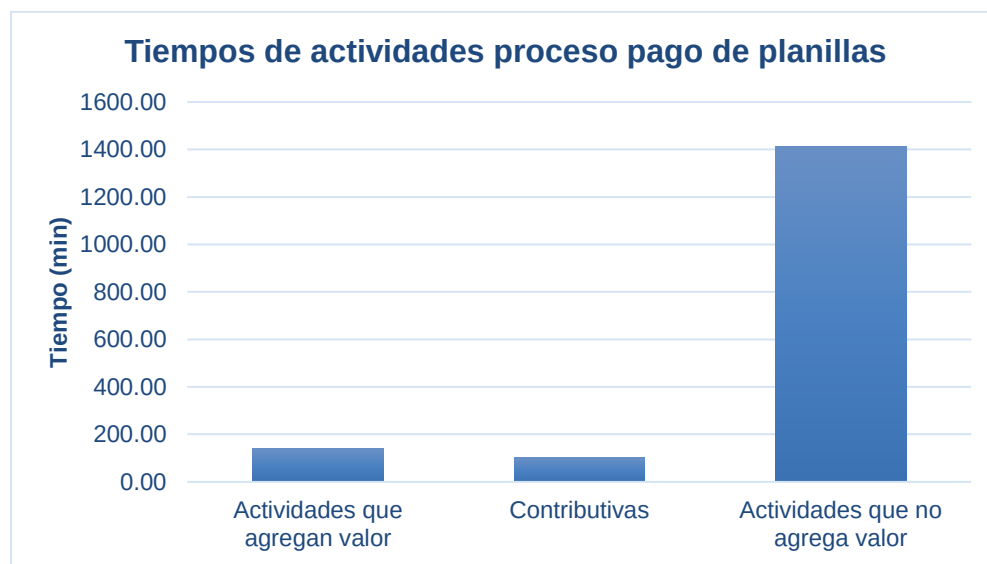
- Segunda revisión de las planillas

- Espera entre actividades

Al igual que los procesos anteriores, el mayor tiempo es aportado por las actividades que no agregan valor con 1411 minutos, seguido por las actividades que agregan valor 139 minutos y las actividades contributivas con 101 minutos como lo muestra la tabla 5 y la gráfica 7.

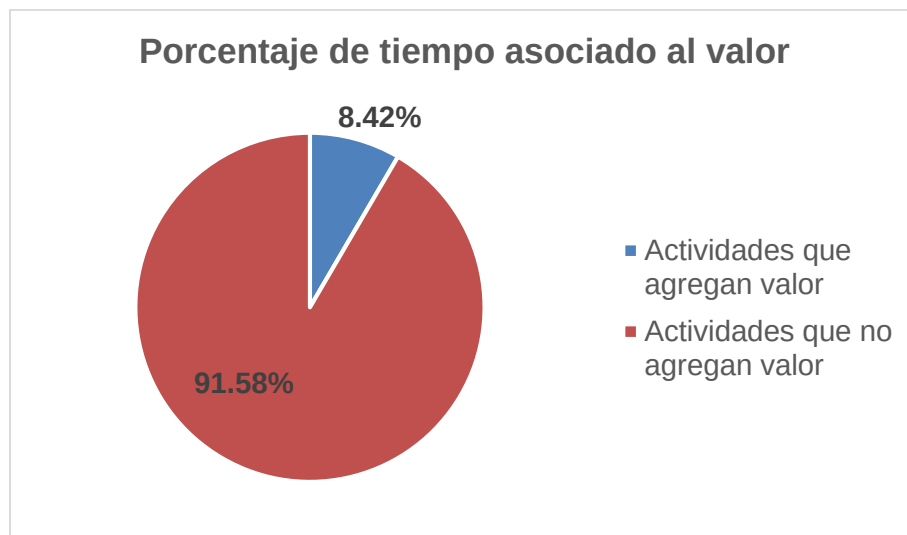
Tipo de Actividad	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	139.00	8.42%
Contributiva	101.00	6.12%
No agrega valor	1411.00	85.46%
Total	1651.00	100.00%

Tabla 5: Relación de tiempo de actividades pago de planillas. Fuente: Autor



Grafica 7 Tiempo de actividades proceso pago de planillas

En la gráfica 8 se muestra los porcentajes de tiempo asociado al valor, donde el 8.42% del tiempo corresponde a actividades que agregan valor, y el 91.58% del tiempo es de actividades que no agregan valor.



Grafica 8 Porcentaje de tiempo asociado al valor pago de planillas contratistas mano de obra

Del mapa del estado actual (anexo 9.10) se observa que el proceso de pago de planillas a contratistas de mano de obra cuenta con varias etapas:

- Elaboración de planilla y flujo de revisiones y correcciones a planilla (elaboración de planilla-impresión y entrega de documentos para pago)
- Proceso de pago (Elaboración cheque-entrega de cheque)

En la primera etapa se evidencia que existe gran tiempo que no aporta valor como lo es la revisión, corrección de planilla que realiza el Auxiliar de Ingeniería; también la Gerencia realiza revisiones y ajustes a la planilla, sin contar las esperas entre actividades que ocasiona estancamiento del flujo.

Para la segunda etapa se encuentran varias actividades contributivas y esperas considerables entre las actividades, también se tienen actividades que agregan valor al proceso como la entrega de cheque al contratista.

5. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Se realiza el análisis de cada proceso para poder rediseñarlo permitiendo mejorar los tiempos de entrega, eliminando las actividades que no agregan valor y reduciendo en lo posible el tiempo de las actividades contributivas.

Aunque el takt time (ritmo al cual el proceso debe estar produciendo) es una herramienta importante para el análisis de los mapas de cadena de valor, para esta investigación no se calculó debido a que como se mencionó en la sección 3.2.1 los procesos objeto de la investigación no son continuos, es decir que no se realizan solicitudes de pedido de acero o cemento ,o pago de planillas de mano de obra continuamente, lo importante en estos procesos no son la cantidad de pedido o planillas que se realizan en cierto periodo de tiempo, sino que la entrega de los materiales y el pago a los contratistas se realice en los tiempos indicados.

Las oportunidades de mejora son presentadas en los anexos 9.11, 9.12 y 9.13.

5.1. Oportunidades de mejora estado actual proceso adquisición de acero

En el anexo 9.11 se muestra las oportunidades de mejora que posee el proceso actual.

Para cada etapa mencionada en la sección 4.1 a continuación se indica las oportunidades de mejora.

Etapas de solicitud de material, cotizaciones y orden de compra (elaborar pedido-elaboración y envío orden de compra):

- Se tiene que la Gerencia realiza revisión y aprobación del pedido y en el 22.22% de las solicitudes deben ser devueltas a la Obra para que realicen correcciones y envíen nuevamente al Asistente de Logística asignado para que este solicite la nueva aprobación del Gerente. Estas actividades deben ser eliminadas pues son retrabajos que deben efectuarse y que aportan 108 minutos al proceso en actividades que no agregan valor.
- La aprobación de cotizaciones presenta una espera de 290 minutos para que el Gerente seleccione al proveedor, debido a que el criterio de selección es la propuesta de menor valor, selección que puede realizar el Asistente de Logística asignado a cada obra
- Las esperas entre los procesos deben eliminarse o reducirse al menor tiempo posible, para la cual se sugiere que apenas finalice los envíos de información por correo electrónico llamar al personal que realiza la siguiente actividad.
- Como se observa en el mapa del estado (anexo 9.8) actual la Gerencia realiza varias revisiones y aprobaciones al pedido; se pueden transferir dichas actividades a los Directores de Obra con el fin de empoderarlos,

comprometerlos y que participen de forma activa en el proceso, aprovechando el recurso humano de la Compañía.

Etapa de pago al proveedor (elaborar cheque-enviar comprobante de pago):

- Los tiempos de espera entre actividades en esta etapa es de 889 minutos, tiempo que debe eliminarse o reducirse, para el caso de la firma del cheque actividad que solo puede realizar el titular de la cuenta, se recomienda no esperar a que la persona llegue a la oficina, sino que enviar el cheque con el Mensajero para agilizar la firma y así avanzar con el pago al proveedor.
- Se puede analizar los beneficios de cambiar la forma de pago de cheque a transferencia bancaria, pues esta requiere menos tiempo de ejecución.
- También en lo posible se debe reducir los tiempos de actividades contributivas para dar mayor flujo al proceso.

5.2. Oportunidades de mejora estado actual proceso adquisición de cemento

En el anexo 9.12 se muestra las oportunidades de mejora que posee el proceso actual.

Para cada etapa mencionada en la sección 4.2 a continuación se indica las oportunidades de mejora.

Etapa de solicitud de material, cotizaciones y orden de compra (elaborar pedido-elaboración y envío orden de compra):

- Al igual que el proceso anterior, la Gerencia realiza la aprobación del pedido y esta actividad tiene una espera de 190 minutos, se puede transferir la aprobación del pedido a los Directores de Obra para reducir la espera y hacerlos participe del proceso.
- Para reducir la espera entre actividades, se recomienda llamar a la persona que debe efectuar la siguiente actividad informando que ya se le ha enviado la información.
- Se debe reducir en lo posible los tiempos de actividades contributivas.

Etapa de pago al proveedor (elaborar cheque-enviar comprobante de pago: las actividades de esta etapa son iguales al proceso de acero, por tal motivo se realiza las mismas oportunidades de mejora:

- Los tiempos de espera entre actividades en esta etapa es de 148 minutos, tiempo que debe eliminarse o reducirse, para el caso de la firma del cheque actividad que solo puede realizar el titular de la cuenta, se recomienda no esperar a que la persona llegue a la oficina, sino que enviar el cheque con el mensajero para agilizar la firma y así avanzar con el pago al proveedor.
- Se puede analizar los beneficios en cambiar la forma de pago de cheque a transferencia bancaria, pues esta requiere menos tiempo de ejecución.
- También en lo posible se debe reducir los tiempos de actividades contributivas para dar mayor flujo al proceso.

Recibo de material (programar despacho-recibir cemento): conformada por actividades que agregan valor al proceso.

5.3. Oportunidades de mejora estado actual proceso pago de planillas contratista mano de obra

En el anexo 9.13 se muestra las oportunidades de mejora que posee el proceso actual.

Para cada etapa mencionada en la sección 4.3 a continuación se indica las oportunidades de mejora.

Etapa elaboración de planilla y flujo de revisiones y correcciones a planilla (elaboración de planilla-impresión y entrega de documentos para pago)

- Existen dos revisiones a la planilla que envía la Obra, una la realiza el Auxiliar de Ingeniería y la otra la Gerencia, en ambas actividades se efectúan correcciones a las planillas, los errores deben disminuirse y se debe evitar los sobre procesamientos que tiene la planilla en esta etapa
- Al igual que los procesos anteriores, la Gerencia realiza revisiones a las planillas, con el fin de transferir dicha responsabilidad y hacer más participes del proceso a los Directores de Obra.
- Para reducir la espera entre actividades, se recomienda llamar a la persona que debe efectuar la siguiente actividad comunicando que ya se le ha enviado la información para que inicie labores.

Proceso de pago (Elaboración cheque-entrega de cheque):

- Los tiempos de espera entre actividades en esta etapa es de 836 minutos, tiempo que debe eliminarse o reducirse, para el caso de la firma del cheque actividad que solo puede realizar el titular de la cuenta, se recomienda no esperar a que la persona llegue a la oficina, sino que enviar el cheque con el mensajero para agilizar la firma.
- Se puede analizar los beneficios en cambiar la forma de pago de cheque a transferencia bancaria, pues esta requiere menos tiempo de ejecución.
- La entrega de los documentos a la Asistente Administrativa puede ser efectuada por la Asistente Contable en vez de la Directora de Logística, eliminando 6 minutos de actividades que no dan valor al proceso.
- También en lo posible se debe reducir los tiempos de actividades contributivas para dar mayor flujo al proceso.

6. ESTADO FUTURO

Los mapas de los estados futuros fueron obtenidos a partir de las oportunidades de mejora presentadas en el capítulo anterior. El tiempo de duración para las actividades nuevas fue estimado en reuniones con el personal que interviene en los procesos, debido a que son actividades que no existen en el estado actual. Los mapas del estado futuro están configurado igual que el estado actual por lo tanto se puede leer de la forma descrita en el capítulo 4. Debido a la extensión de los mapas, estos se encuentran en los anexos 9.14, 9.15 y 9.16, las convenciones usadas para la construcción de los mapas están en el anexo 9.7.

6.1. Estado futuro proceso adquisición de acero

En el estado actual, el tiempo utilizado para realizar la adquisición del acero para las solicitudes aprobadas en primera instancia (77.78%) es 6917 minutos (14.41 días), y las solicitudes que no aprobadas en primera instancia (22.22%) es 7028 minutos (14.64 días). A partir del análisis realizado en los capítulos anteriores los cambios realizados al estado actual son:

- Se elimina la revisión que realizaba el Asistente de Logística, debido a que es una actividad que no agrega valor al proceso ni es necesaria para la Compañía.
- La Gerencia ya no realiza la revisión y aprobación del pedido, pues el Gerente debe encargarse de administrar y gestionar la Empresa, por lo cual esta actividad se transfiere al Director de Obra, recurso humano al que no se le ha utilizado en su capacidad y productividad máxima en este proceso. Por el perfil de este cargo es una fuente confiable para realizar esta labor. Esta actividad, aunque no agrega valor al proceso, es necesaria para la Compañía.
- La devolución de la solicitud de pedido a causa de las desaprobaciones es eliminada, al igual que las segundas revisiones realizadas por el Asistente de Logística y la Gerencia, por ser reprocesos. Una vez se realiza la aprobación inicial este se envía directamente a los proveedores para que coticen.
- La selección del proveedor la realiza el Asistente de Logística, pues el criterio de selección es el menor precio del acero evitando aprobaciones y revisiones por parte de Gerencia
- Se elimina las actividades correspondientes al pago como los son elaborar cheque, firmar cheque, programar pago y realizar pago, pues el proceso fue reemplazado por pago mediante transferencia bancaria para ello fue

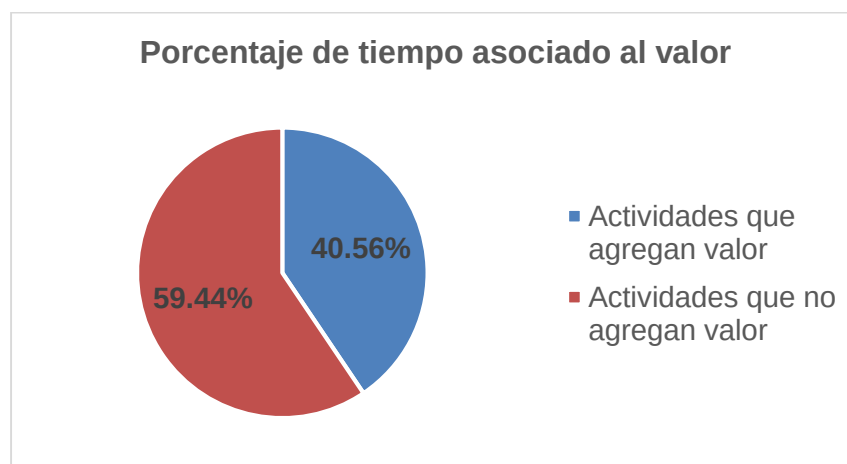
necesario crear las actividades de elaborar archivo plano, y realizar transferencia bancaria.

- El tiempo de esperas entre actividades es reducido, esto se logra mediante llamada telefónica al responsable de la siguiente actividad.

Para poder realizar un acuerdo comercial con alguno de los proveedores de acero que tiene la Compañía, se debe pagar por anticipado la cantidad total de acero a comprar debido a las fluctuaciones que presenta el precio, como se menciona en la sección 3.2.1 el acero es el 8.16% equivalente a \$1.819.866.048 del presupuesto, y de acuerdo al contrato de obra celebrado entre el Municipio de Santiago de Cali y la Compañía el pago del contrato se realiza mediante actas parciales; razones por la cuales no se propone acuerdo comercial para este proceso pues la Compañía no posee el suficiente músculo financiero para pagar todo el acero por anticipado.

Con la ejecución de los cambios presentados se tiene el mapa del estado futuro en el anexo 9.14, el tiempo del proceso actual es de 5458 minutos (11.37 días). Como se mencionó en la sección 4.1 para realizar el análisis de los tiempos asociados al valor, se excluyen los tiempos de las actividades de los proveedores (cotizar, fabricación y despacho de acero) debido a que no son controlables por la Compañía y que el desarrollo de estas actividades es en las instalaciones del Proveedor, cuyo proceso es desconocido por la empresa y no está dentro del alcance del presente trabajo de investigación.

En la gráfica 9 se muestra los porcentajes de tiempo asociados al valor, donde el 40.56% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 59.44% de actividades que no agregan valor.



Grafica 9 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso adquisición de acero.

En la tabla 6, se relaciona los tiempos y porcentajes de las diferentes actividades que forman parte del estado futuro del proceso adquisición de acero, las actividades que agregan valor tienen una contribución del 40.56%, las actividades contributivas participan en el 13.30% del tiempo total y las que no agregan valor en 46.14%. Aunque la contribución de las actividades que no agregan valor es mayor que las que si lo hacen, como se verá más adelante, los cambios en tiempo fueron significativos respecto al proceso actual

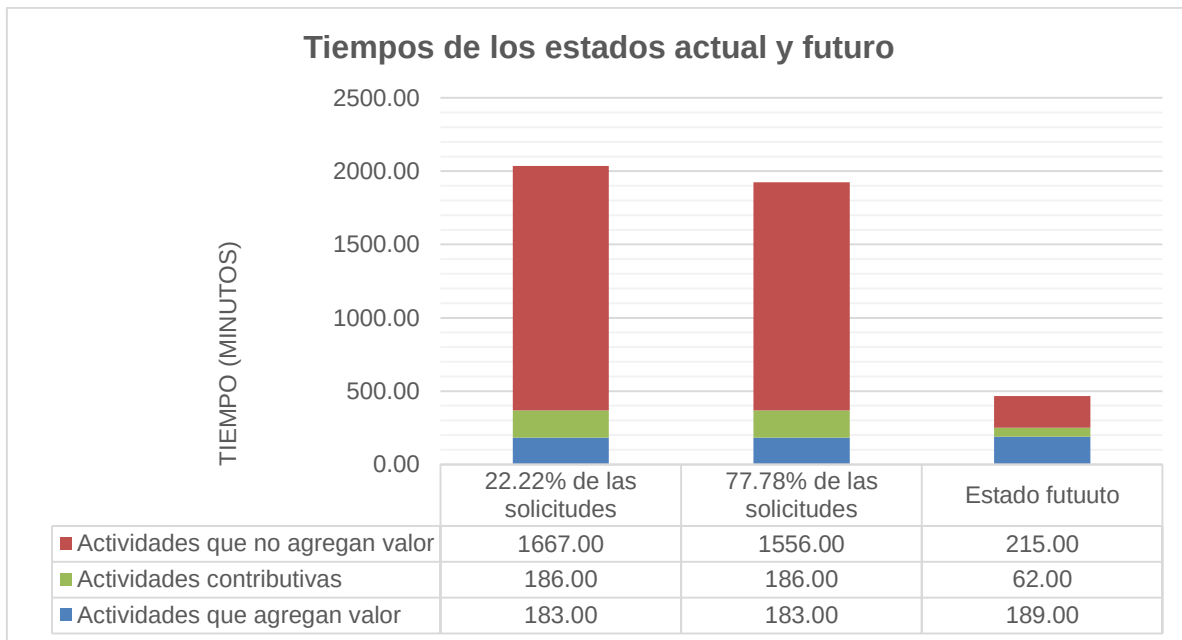
Tipo de Actividad	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	189.00	40.56%
Contributiva	62.00	13.30%
No agrega valor	215.00	46.14%
Total	466.00	100.00%

Tabla 6: Relación de tiempo de actividades estado futuro adquisición de acero.

Fuente: Autor

Como se muestra en la gráfica 10 el tiempo total del proceso en el estado futuro es 466 minutos, con una mejora de 1570 minutos (77.11%) respecto al estado actual de las solicitudes que no son aprobadas en primera instancia (22.22%); mientras que para las solicitudes que son aprobadas en primera instancia (77.78%) la mejora fue de 1459 minutos (75.79%)

El cambio más considerable fue el de las actividades que no agregan valor, pues se disminuyó de 1667 minutos a 215 minutos para solicitudes que no son aprobadas en primera instancia (22.22%), mientras que el cambio fue de 1556 minutos a 215 minutos para las solicitudes que son aprobadas en primera instancia (77.78%). Las actividades contributivas disminuyeron en 124 minutos pasando de 186 minutos a 62 minutos. El valor de las actividades de valor agregado tuvo un aumento de 6 minutos pasando de 183 minutos a 189.



Grafica 10 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso de adquisición de acero

6.2. Estado futuro proceso adquisición de cemento

En el estado actual, el tiempo de duración para la adquisición de cemento es de 2523 minutos (5.25 días) para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%), y para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) es de 2712 minutos (5.65 días), de acuerdo a las oportunidades de mejora mencionadas en los capítulos anteriores, los cambios realizados son:

- Al igual que la adquisición de acero, se elimina la revisión del pedido por parte del Gerente, quien tiene funciones de mayor relevancia y la Compañía no debe desperdiciar el recurso humano que tiene disponible como los son los Directores de Obra, que en esta reestructuración se encargaran de aprobar el pedido. Aunque las revisiones y aprobaciones al pedido no agregan valor al proceso, esta actividad debe realizarse pues es necesaria para la Compañía.
- Como se observa en la tabla de datos tomados del sitio (anexo 9.2), el proveedor al cual se le realiza la mayor compra de cemento es el Proveedor 2. Debido a que el cemento es un material crítico y de consumo frecuente, se sugiere crear un acuerdo comercial con el Proveedor 2, que es el proveedor que ofrece el menor precio y tiempos de entrega adecuados. Para

llevar a cabo el acuerdo se requiere tener la cantidad estimada de sacos de cemento que van a requerir las obras, este se puede calcular con los presupuestos iniciales. Con la cantidad estimada se procede a negociar el precio del saco del cemento, esta negociación la realiza la Directora de Logística y Tesorería y el departamento comercial del Proveedor 2.

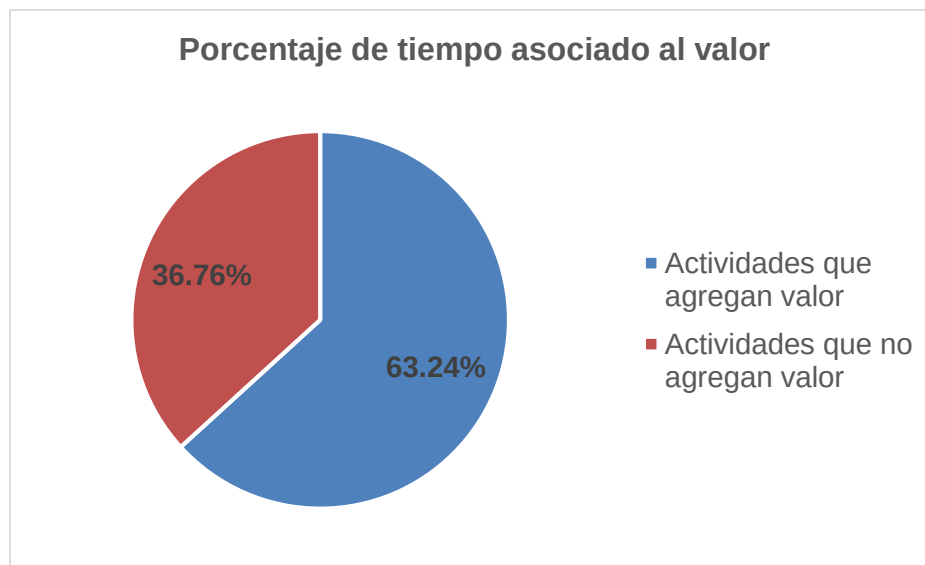
El acuerdo comercial consiste en que el Proveedor 2 le ofrece a la Compañía un precio favorable por un periodo determinado de tiempo, no se debe realizar el pago por anticipado de la cantidad que se negoció, sino que se va pagando a medida que la Compañía solicite material. Este acuerdo comercial ya ha sido implementado en Empresas aliadas a la Compañía en la que se realizó la investigación.

Para evitar demoras por actividades relacionadas al pago del material, se debe pagar por adelantado los sacos de cemento que se consumen las obras en dos semanas, sacando la cantidad de los consumos promedios de las obras, esta se va ajustando a medida que avance la obra debido a que la cantidad solicitada va disminuyendo con el avance del proyecto. Es importante que el Departamento de Logística y Tesorería lleve la trazabilidad de los sacos pagados vs. solicitados para evitar quedarse sin material suficiente pendiente por despachar.

- Ya con el acuerdo comercial establecido, el proceso de solicitud de cemento se simplifica, pues el Asistente de Logística envía al Proveedor 2 la orden de compra por la cantidad de material que requiere cada obra.
- Las actividades que forman parte del proceso de pago son eliminadas debido al empleo del acuerdo comercial con el Proveedor 2.
- El tiempo de esperas entre actividades es reducido, esto se logra mediante llamada telefónica al responsable de la siguiente actividad. La implementación de esta actividad es sencilla y beneficiosa para el flujo del proceso.

Con la aplicación de los cambios descritos anteriormente, se tiene el mapa del estado futuro (anexo 9.15) el tiempo del proceso actual es de 2090 minutos (4.35 días). Al igual que el proceso de acero, las actividades de los proveedores (programar despacho) son excluidas del análisis de los tiempos asociados al valor, pues no son controlables por la Compañía y no se conoce a fondo el desarrollo de cada actividad.

En la gráfica 11 se muestra los porcentajes de tiempo asociados al valor, donde el 63.24% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 37.76% de actividades que no agregan valor.



Grafica 11 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso adquisición de cemento.

En la tabla 7, se relaciona los tiempos y porcentajes de las diferentes actividades que forman parte del estado futuro del proceso, las actividades que agregan valor tienen una contribución del 63.24%, las actividades contributivas participan en el 11.03% y las que no agregan valor en 25.73%.

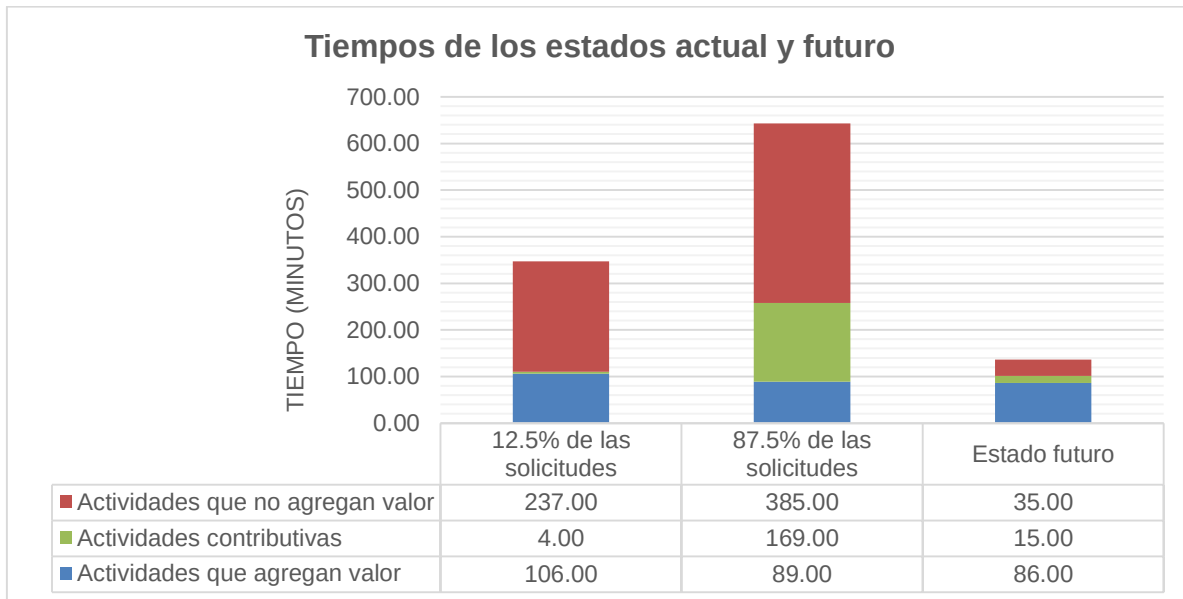
Tipo de Actividad	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	86,00	63,24%
Contributiva	15,00	11,03%
No agrega valor	35,00	25,73%
Total	598.00	100.00%

Tabla 7: Relación de tiempo de actividades estado futuro adquisición de cemento.
Fuente: Autor

Como se muestra en la gráfica 12 el tiempo total del proceso en el estado futuro es 136 minutos (0.28 días), con una mejora de 211 minutos (60.81%) respecto al estado actual de las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%); mientras que para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%) la mejora fue de 507 minutos (78.85%)

De la propuesta planteada, el tiempo de actividades que no agregan valor disminuyó en 202 minutos para las solicitudes menores a 100 sacos (12.5%) y 350 minutos para el 87.5% de los pedidos. El tiempo de las actividades que agregan contributivas aumento en 11 minutos para el 12.5% de las solicitudes, y se disminuyó en 154 minutos para las solicitudes mayores a 100 sacos (87.5%), esto se debe a que en

el estado futuro no es necesario realizar el pago al proveedor por cada pedido. El tiempo de valor agregado también se redujo 20 minutos para el 12.5% de las solicitudes y 3 minutos para el 87.5% de los pedidos, esta reducción se debe a que en el estado futuro no se realiza cotizaciones ni aprobación de proveedor, pues se efectuará acuerdo comercial con el Proveedor 2.



Grafica 12 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso de adquisición de cemento

6.3. Estado futuro proceso pago planillas contratista mano de obra civil

De acuerdo al estado actual, la duración para el pago de planillas es de 1651 minutos (3.44 días), con las oportunidades de mejora descritas en el capítulo anterior, a continuación, se detallan los cambios realizados:

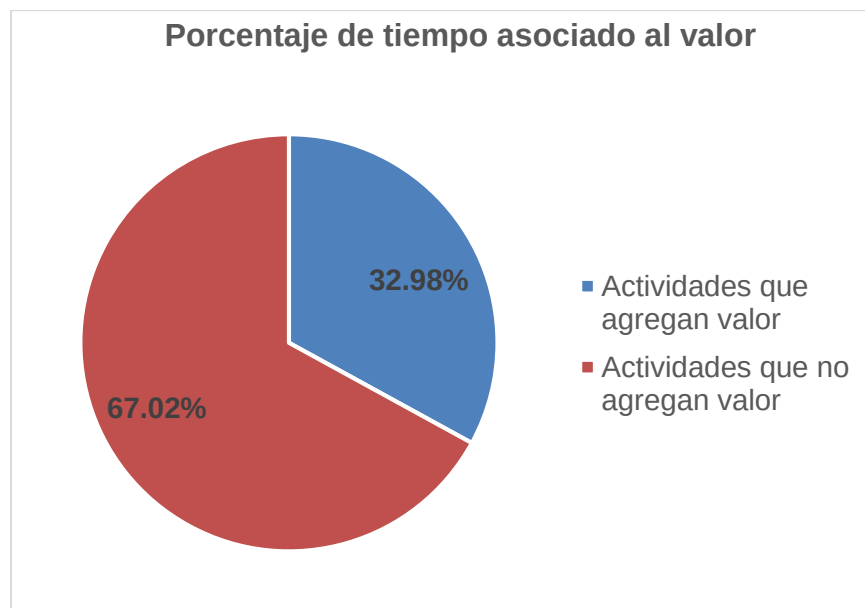
- Se elimina revisiones, correcciones y ajustes a las planillas del Auxiliar de Ingeniería y el Gerente, al igual que los procesos anteriores la revisión y el visto bueno de la planilla lo debe realizar el Director de Obra que es un recurso humano cuyo talento no ha sido aprovechado para estos procesos. Al eliminar estas actividades, también se eliminan tiempo de esperas excesivos. Aunque esta actividad no genera valor al proceso, es un requerimiento de la Empresa.
- El Director de Obra envía directamente la planilla a la Directora de Logística y Tesorería para proceder a pagar la planilla, en el estado actual después de

varias revisiones y correcciones se entregaba la planilla junto con los soportes a la Directora de Logística y Tesorería

- Al igual que el proceso de acero se elimina las actividades correspondientes al pago con cheque, como: elaborar cheque, firmar cheque, entregar documentos a Asistente Administrativa, programar pago y realizar pago, pues el proceso fue reemplazado por pago mediante transferencia bancaria para ello fue necesario crear las actividades: elaborar archivo plano, realizar transferencia electrónica, enviar comprobante de pago y confirmar pago.
- El tiempo de esperas entre actividades es reducido, esto se logra mediante llamada telefónica al responsable de la siguiente actividad

Los cambios mencionados anteriormente son observados en el mapa del estado futuro (anexo 9.16), con dichos cambios el tiempo de proceso se reduce de 1651 minutos (3.44 días) a 470 minutos (0.98 días)

En la ilustración 16 se muestra los porcentajes de tiempo asociados al valor, donde el 32.98% del tiempo es de actividades que agregan valor y el 67.02% de actividades que no agregan valor.



Grafica 13 Porcentaje de tiempo asociado al valor estado futuro proceso pago planillas contratistas mano de obra.

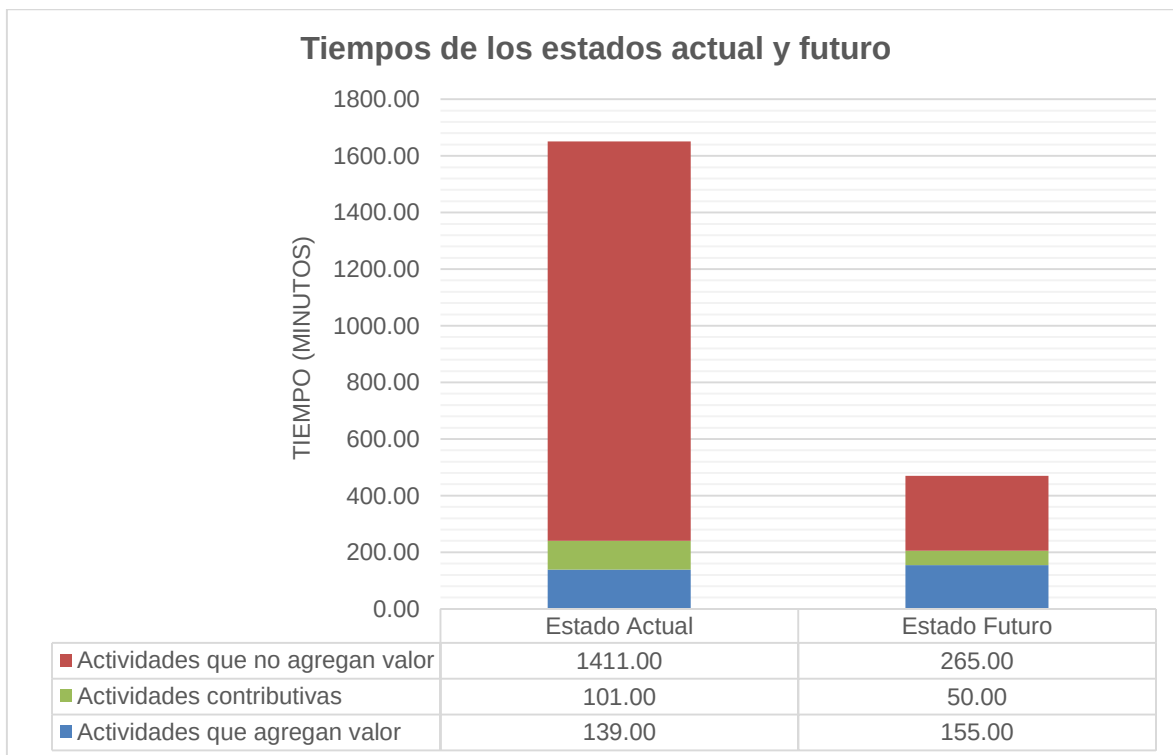
En la tabla 8, se relaciona los tiempos y porcentajes de las diferentes actividades que forman parte del estado actual del proceso, las actividades que agregan valor tienen una contribución de 155 minutos es decir el 32.98%, las actividades

contributivas 50 minutos con 10.64% y las que no agregan valor 265 minutos participan en el 56.38% del tiempo total.

Tipo de Actividad	Minutos	Porcentaje del tiempo total
Agrega valor	155.00	32.98%
Contributiva	50.00	10.64%
No agrega valor	265.00	56.38%
Total	470.00	100.00%

Tabla 8: Relación de tiempo de actividades estado futuro pago de planillas mano de obra civil. Fuente: Autor

Como se muestra en la gráfica 14 el tiempo total del proceso en el estado futuro es 470 minutos, con una mejora de 1181 minutos (71.53%) del estado actual, la disminución del tiempo en las actividades que no agregan valor fue de 1146 minutos (81.22%), para las actividades contributivas disminuyeron en 51 minutos (50.50%) y para las actividades que agregan valor fue 16 minutos (11.51%).



Grafica 14 Comparación entre los tiempos de estado actual y futuro proceso pago planillas contratistas mano de obra.

7. VALIDACIÓN PROPUESTA DEL ESTADO FUTURO

Con el fin de validar la propuesta del estado futuro, se realiza un Grupo Focal con nueve profesionales en Ingeniería Civil o Arquitectura con más de diez años de experiencia general y cinco años de experiencia específica en proyectos de construcción, estas personas fueron seleccionadas debido a que por su experiencia en la construcción de proyectos permite saber que tan viable son las propuestas de los estados futuros.

La reunión se realizó en la sala de juntas de la Compañía, tuvo una duración aproximada de 150 minutos. El Grupo Focal inició con la presentación de los integrantes, luego se explica la herramienta del mapeo de la cadena de valor para seguido enseñar los mapas del estado actual de cada proceso. La moderación fue realizada por una persona ajena a la investigación con el fin de no inducir en la discusión. Cuando se enseñó los tiempos de valor agregado y los que no agregan valor para los tres procesos mapeados, los integrantes del grupo focal quedaron sorprendidos porque el mayor porcentaje de tiempo corresponde a actividades que no agregan valor.

Seguido se enseña las propuestas de los estados futuros para cada uno de los procesos seleccionados, explicando los cambios efectuados.

La discusión del Grupo Focal se centró en los siguientes puntos:

- ¿Las propuestas planteadas pueden contribuir al flujo de los procesos?
- ¿Es realizable la implementación del estado futuro?

Después de que cada integrante expusiera su punto de vista y las formas en las cuales se ha realizado la compra de acero, cemento y el pago de contratista de acuerdo a su experiencia adquirida en diferentes empresas constructoras; ocho de los participantes estuvieron de acuerdo con los propuestas realizadas, y uno de los puntos que consideraron de gran importancia fue la eliminación de las revisiones y aprobaciones por parte del Gerente, pues este tiene funciones más importantes como la gestión y planeación de nuevos proyectos para la Compañía en el mediano y largo plazo. También se resaltó la participación activa en el estado futuro de los procesos de los Directores de Obra debido a que ellos son parte clave para el buen desarrollo de los proyectos y por su formación y confiabilidad es el personal indicado para realizar las actividades propuestas en el estado futuro de cada proceso sin requerir un filtro en Gerencia.

En el estado futuro expuesto de cada proceso el pago se realizaba mediante cheque, el único integrante que no había aprobado las propuestas, sugirió que se cambiará la forma de pago de cheque a transferencia bancaria debido a las ventajas en tiempo y disminución de actividades que tiene, la propuesta fue discutida en el Grupo Focal y se implementó en el estado futuro presentado de cada proceso; dando como resultado que todos los integrantes aprobaran el estado futuro propuesto para cada proceso.

La totalidad del grupo considera que los estados futuros se pueden implementar con facilidad debido a que no requieren presupuesto, aumento de costos administrativos por contratación de personal, compra de equipos o maquinaria ni modificaciones en las instalaciones de la empresa; lo que se necesita es asignación de nuevas funciones a la persona, cambio en procedimientos y compromiso por parte del personal que realiza las actividades.

8. CONCLUSIONES

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta para el rediseño de procesos poderosa, debido a que involucra al personal que intervine en ellos, permitiendo visualizar de forma gráfica cual es el flujo que presenta el proceso obteniendo un mayor entendimiento de su desarrollo que muchas veces no es claro para las personas involucradas en ellos. Con los mapas de los estados actuales se puede detectar fácilmente cuales son las actividades que no agregan valor, que actividades son contributivas y cuales agregan valor.

En los tres procesos mapeados se detecta que existe una pérdida de flujo importante ocasionado por las actividades que no agregan valor, especialmente esperas entre actividades, a continuación, se relaciona el máximo total de las esperas de los procesos levantados:

- Adquisición de acero =1579 minutos (3.29 días) equivalente al 77.55% del proceso.
- Adquisición de cemento =376 minutos (0.78 días) equivalente al 58.48% del proceso.
- Pago de planillas contratista mano de obra =1388 minutos (2.89 días) equivalente al 84.07% del proceso.

Como los procesos seleccionados son de una misma Compañía se observa similitud en las actividades que se ejecutan en ellos, como revisiones y aprobaciones por parte de Gerencia, actividades para el pago a proveedores y contratista, y aunque la actividad es la misma para los tres procesos, la duración de ellas no es igual. Esto nos muestra variabilidad en estas actividades las cuales deberían de estar estandarizadas.

Las actividades que realiza el Gerente en el estado actual de los tres procesos son cuello de botella debido a la espera excesiva para que se ejecuten, en las actividades que involucraba al Gerente los colaboradores de la Compañía no fueron creativos para reducir los tiempos de ejecución pues siempre se había ejecutado las actividades de esa forma.

Por la jerarquía vertical que se tiene en la Compañía, el recurso humano uno de los más importantes que tiene la Compañía no se estaba aprovechando en su totalidad, pues los Directores de Obra eran excluidos de los procesos, al involucrarlos y apoderarlos de actividades en los tres procesos se crea un poco de horizontalidad en la Compañía, pues las revisiones y aprobaciones ya no requieren del Gerente.

En este trabajo de investigación se buscó la estandarización interna de los procesos, las afectaciones al flujo causadas por los tiempos de actividades de los proveedores no fueron analizadas pues no se obtuvo datos de ellas, por lo cual para obtener un estado futuro ideal es necesario mejorar los procesos de los proveedores, buscando siempre un trabajo conjunto entre la Compañía y Proveedores, este trabajo puede desarrollarse en otra investigación.

El estado futuro propuesto para los procesos seleccionados logra reducir en más de un 70% los tiempos totales de los estados actuales críticos, pero el éxito final de la investigación está en manos de la Compañía y de sus Colaboradores pues ellos son los que deben realizar la implementación de las mejoras recomendadas, ya que este trabajo de investigación deja una herramienta útil para la Compañía, pues ya están identificadas las pérdidas que se presentan en los procesos y cuál es el estado futuro óptimo.

La implementación del estado futuro de los procesos mapeados se puede realizar simultáneamente, iniciando por transferir las actividades desarrolladas por el Gerente a los diferentes Directores de Obra, con el fin de hacerlos partícipes del proceso y agregar flujo a la cadena. Para los cambios propuestos no se requiere inversión en dinero, se requiere un cambio de pensamiento en los participantes de la cadena, que todos trabajen para el Cliente. Cuando se logre la implementación del estado futuro propuesto, se puede realizar el mapeo de la cadena con el fin de detectar pérdidas o fallas en los nuevos procesos buscando siempre la mejora continua.

Con la validación mediante el Grupo Focal la implementación del estado futuro puede traer grandes beneficios para la Compañía, pues los expertos aceptaron las propuestas pues consideran que su implementación mostrará resultados positivos en los procesos mapeados.

Es importante mencionar que los procesos objeto de la investigación pueden tener impacto negativo sobre la ejecución de las obras, pues un retraso en la entrega del cemento o de acero podría generar que las actividades no se ejecuten según lo estipulado en el programa maestro causando atraso en las actividades aguas abajo y retraso general a la obra; también puede suceder que si no se paga a tiempo al contratista de mano de obra, y este a su vez no paga a los trabajadores, se puede presentar ausencia de mano de obra generando disminución en el rendimiento de las actividades programadas lo que puede ocasionar retraso en el programa maestro de obra. Estos impactos pueden ser estudiados por otra investigación, pues en esta no estaban contemplados dentro de los objetivos.

9. ANEXOS

- 9.1** Datos tomados en sitio para proceso de adquisición de acero
- 9.2** Datos tomados en sitio para proceso de adquisición de cemento
- 9.3** Datos tomados en sitio para proceso de pago de planillas contratista mano de obra
- 9.4** Datos calculados para construcción estado actual proceso de adquisición de acero
- 9.5** Datos calculados para construcción estado actual proceso de adquisición de cemento
- 9.6** Datos calculados para construcción estado actual proceso pago de planillas contratista mano de obra
- 9.7** Simbología utilizada
- 9.8** Mapa estado actual proceso de adquisición de acero
- 9.9** Mapa estado actual proceso de adquisición de cemento
- 9.10** Mapa estado actual proceso pago de planillas contratista mano de obra
- 9.11** Oportunidades de mejora estado actual proceso de adquisición de acero
- 9.12** Oportunidades de mejora a estado actual proceso de adquisición de cemento
- 9.13** Oportunidades de mejora estado actual proceso pago de planillas contratista mano de obra
- 9.14** Mapa estado futuro proceso de adquisición de acero
- 9.15** Mapa estado futuro proceso de adquisición de cemento
- 9.16** Mapa estado futuro proceso pago de planillas contratista mano de obra

9.1 Datos tomados en sitio para proceso de adquisición de acero

Solicitud de pedido No.	Cantidad de acero figurado solicitada	Cantidad de acero sin figura solicitada	Total acero solicitado	Ingeniero residente envia archivo pdf de despiece a almacenista (Minutos)	Residente informa al almacenista que envio correo para pedido (Minutos)	Almacenista ingresa a correo y descarga archivo (Minutos)	Almacenista Ingres a Siesa y elabora pedido (Minutos)	Almacenista envía correo a asistente de logística (Minutos)	Espera a que asistente de logística revise correo (Minutos)	Asistente de logística revisa correo (Minutos)	Asistente de logística imprime solicitud de pedido (Minutos)	Asistente de logística espera a que el Gerente apruebe el pedido (Minutos)	Gerente revisa y aprueba pedido (Minutos)	Asistente de logística informa la no aprobación del pedido (Minutos)	Residente y almacenista corrigen pedido y envía a asistente de logística (Minutos)	Asistente de logística espera a que el Gerente apruebe el pedido (Minutos)	Asistente de logística imprime solicitud de pedido corregida (Minutos)	Gerente revisa y aprueba pedido (Minutos)	Asistente de logística envía archivo de despiece a proveedores para cotizar (Minutos)	Proveedores cotizan (Minutos)	Asistente de logística imprime cotización (Minutos)	Asistente de logística espera que Gerente llegue (Minutos)	Gerente aprueba cotización (Minutos)	Asistente de logística ingresa a Siesa y elabora orden de compra (Minutos)	Asistente de logística envía orden de compra a proveedor (Minutos)	Asistente de logística imprime orden de compra y entrega a Director de logística y tesorería (Minutos)	Espera a que Directora de logística y tesorería elabore cheque (Minutos)	Directora de logística y tesorería elabora cheque (Minutos)	Representante legal firma cheque (Minutos)	Directora de logística y tesorería entrega cheque a contabilidad (Minutos)	Contabilidad realiza comprobante de pago (Minutos)	Contabilidad devuelve cheque a jefe de logística (Minutos)	Directora de logística y tesorería programa mensajero para pago (Minutos)	Mensajero va al banco a cambiar cheque y consignar dinero (Minutos)	Mensajero entrega comprobante de consignación a Directora de logística y tesorería (Minutos)	Directora de logística y tesorería escanea comprobante a correo (Minutos)	Directora de logística y tesorería envía comprobante de pago a proveedor (Minutos)	Proveedor fabrica y despacha acero en obra (Minutos)	Almacenista recibe pedido (Minutos)	
1	0.00	12809.76	12809.76	3	1	2	7	3	20	2	4	240	5	0	0	0	0	0	10	480	4	180	5	7	5	4	12	2	480	1	3	30	2	5	120	2	4	6	2400	180
2	4344.18	0.00	4344.18	4	2	3	9	4	15	3	4	300	6	0	0	0	0	0	15	300	5	240	4	8	4	5	10	1	300	2	2	20	3	10	96	3	3	6	5280	60
3	5952.84	310.13	6262.97	3	3	2	10	5	30	2	5	420	5	0	0	0	0	0	10	480	4	210	6	6	3	4	17	3	240	1	3	15	2	12	150	2	3	8	5280	90
4	5537.38	0.00	5537.38	6	1	3	7	5	25	4	6	120	5	0	0	0	0	0	17	510	7	180	5	7	5	24	2	300	4	4	25	4	10	156	4	4	7	4320	84	
5	7824.97	0.00	7824.97	5	2	4	9	4	10	3	4	180	8	0	0	0	0	0	14	540	4	90	7	7	6	5	24	2	420	1	3	18	2	5	60	5	5	7	6240	114
6	3010.26	0.00	3010.26	3	3	8	8	3	12	4	7	300	5	8	67	6	63	3	13	480	3	150	4	6	4	4	22	1	360	2	5	20	3	6	144	3	6	4	6240	60
7	7350.68	109.51	7460.19	7	6	4	9	4	15	3	8	420	4	0	0	0	0	0	10	360	4	270	4	8	6	4	23	2	720	1	3	26	2	7	180	3	5	4	5280	138
8	3367.71	0.00	3367.71	4	2	1	10	8	14	2	5	450	8	7	71	5	32	3	11	420	6	180	8	7	5	5	13	2	960	1	3	30	2	5	120	4	7	5	5760	60
9	10619.19	651.84	11271.03	5	3	2	11	7	20	4	9	180	7	6	54	4	65	3	16	480	4	240	6	10	5	4	17	3	540	1	2	25	3	13	138	5	4	8	5280	138
10	0.00	1538.71	1538.71	4	3	3	10	4	15	5	5	240	6	0	0	0	0	0	17	672	6	300	4	8	4	4	11	2	624	3	3	40	3	10	144	3	4	6	1440	60
11	0.00	971.04	971.04	3	2	3	9	4	17	2	4	300	8	0	0	0	0	0	15	960	9	192	3	11	3	5	12	3	624	4	5	25	2	7	150	3	3	4	1440	60
12	6108.29	0.00	6108.29	2	2	2	8	3	14	3	8	240	7	0	0	0	0	0	14	480	7	240	6	8	4	4	22	3	1200	3	3	17	2	8	162	3	4	7	5280	96
13	1017.45	3573.05	4590.50	4	2	3	11	5	16	2	9	180	6	0	0	0	0	0	13	624	6	210	7	6	5	5	24	2	768	2	3	23	4	6	108	5	4	8	5760	84
14	7259.83	0.00	7259.83	5	1	4	12	6	15	4	6	150	5	0	0	0	0	0	11	540	5	156	5	8	4	4	22	3	180	2	4	25	2	5	150	4	3	4	6240	132
15	4612.29	0.00	4612.29	5	5	3	8	4	22	3	6	300	6	8	64	6	36	3	9	522	5	210	5	5	4	6	13	3	150	1	3	26	2	10	162	5	5	7	6720	96
16	4353.00	0.00	4353.00	4	1	6	9	8	27	2	4	360	7	0	0	0	0	0	13	516	4	222	7	6	3	7	15	2	240	1	3	16	2	12	120	4	4	6	6720	84
17	4432.00	0.00	4432.00	3	2	4	10	7	30	3	4	240	5	0	0	0	0	0	14	474	6	174	4	9	5	4	12	4	258	1	3	18	3	13	144	4	3	4	7200	90
18	4962.00	0.00	4962.00	4	2	8	7	5	15	7	4	210	4	0	0	0	0	0	11	540	4	156	5	11	4	3	21	3	258	2	3	22	2	14	138	5	4	7	6240	102
19	0.00	2461.84	2461.84	3	3	3	12	4	14	4	3	204	8	0	0	0	0	0	10	480	5	240	4	7	4	4	23	3	960	4	2	27	3	13	114	4	4	7	2400	78
20	4515.48	0.00	4515.48	7	4	2	13	4	33	6	8	480	4	0	0	0	0	0	9	912	6	156	6	9	3	5	17	2	2880	5	4	23	5	10	180	4	7	8	6240	108
21	7560.54	0.00	7560.54	3	2	4	8	5	24	3	9	258	5	7	45	7	25	2	16	270	7	480	4	8	4	2	18	3	2400	3	4	30	2	7	126	3	3	6	5280	132
22	5617.29	0.00	5617.29	3	1	2	9	4	27	3	7	240	4	0	0	0	0	0	18	300	8	210	7	10	5	3	19	1	204	2	3	19	2	10	132	4	3	5	5280	90
23	0.00	252.00	252.00	3	2	4	10	4	28	2	4	228	5	0	0	0	0	0	11	498	4	222	5	5	4	4	18	2	480	1	4	23	2	13	150	4	6	4	1440	30
24	0.00	25776.65	25776.65	4	2	3	9	4	40	3	5	960	6	0	0	0	0	0	15	504	7	360	6	8	3	3	16	3	1920	5	3	19	2	10	180	7	4	6	6240	240
25	13275.00	0.00	13275.00	7	2	3	10	3	20	5	7	912	10	0	0	0	0	0	9	720	6	480	5	12	5	5	16	4	2400	3	4	20	3	11	120	7	5	8	6240	192
26	0.00	3912.60	3912.60	4	2	3	12	4	25	4	8	300	4	0	0	0	0	0	8	720	6	300	8	10	3	7	13	4	960	4	3	25	3	11	114	4	4	7	1920	120
27	0.00	1789.20	1789.20	5	3	4	9	3	15	4	6	180	5	0	0	0	0	0	10	240	4	360	7	9	6	5	23	3	480	4	5	27	4	10	120	5	4	5	1440	90
28	0.00	302.40	302.40	6	2	5	13	6	16	5	7	420	4	0	0	0																								

9.2 Datos tomados en sitio para proceso de adquisición de cemento

olicitud de pedido No	Cantidad solicitada (Saco de cemento * 50kg)	Proveedor	Valor saco sin iva (Pesos)	Ingeniero residente informa a almacenista la cantidad a solicitar (Minutos)	Almacenista ingresa a correo y descarga archivo (Minutos)	Almacenista Ingresa a Siesa y elabora pedido (Minutos)	Almacenista envía correo a asistente de logística (Minutos)	Espera a que asistente de logística revise correo (Minutos)	Asistente de logística revisa correo (Minutos)	Asistente de logística imprime solicitud de pedido (Minutos)	Asistente de logística espera a que el Gerente apruebe el pedido (Minutos)	Gerente revisa y aprueba pedido (Minutos)	Asistente de logística solicita cotización a proveedores (Minutos)	Proveedores cotizan (Minutos)	Asistente de logística imprime cotización (Minutos)	Asistente de logística selecciona proveedor (Minutos)	Asistente de logística ingresa a Siesa y elabora orden de compra (Minutos)	Asistente de logística envía orden de compra a proveedor (Minutos)	Asistente de logística imprime orden de compra y evía (Minutos)	Espera a que directora de logística y tesorería elabore cheque	Directora de logística y tesorería elabora cheque (Minutos)	Directora de logística y tesorería espera que firmen cheque (Minutos)	Representante legal firma cheque (Minutos)	Directora de logística y tesorería entrega cheque a contabilidad (Minutos)	Contabilidad realiza comprobante de pago (Minutos)	Contabilidad devuelve cheque a Directora de logística y tesorería (Minutos)	Directora de logística y tesorería programa mensajero para pago (Minutos)	Mensajero va al banco a consignar dinero (Minutos)	Mensajero entrega comprobante de consignación Directora de logística y tesorería (Minutos)	Directora de logística y tesorería escanea comprobante a correo (Minutos)	Directora de logística y tesorería envía comprobante de pago a proveedor (Minutos)	Proveedor despacha material (Minutos)	Almacenista recibe pedido (Minutos)	
1	50	Proveedor 1	\$ 16,302	5	4	11	7	65	5	6	108	2	9	120	7	3	7	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3360	20		
2	20	Proveedor 1	\$ 16,426	7	5	10	7	15	3	5	291	3	10	98	6	3	6	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3360	15		
3	300	Proveedor 2	\$ 14,410	5	4	11	6	33	4	7	219	3	0	0	0	0	7	3	5	13	2	71	3	4	20	4	8	127	2	3	480	62		
4	200	Proveedor 2	\$ 14,410	6	5	12	7	14	4	5	209	4	0	0	0	0	7	5	3	15	5	137	1	4	22	5	12	130	3	3	7	1440	40	
5	100	Proveedor 2	\$ 14,410	5	9	11	7	16	4	6	184	3	0	0	0	0	5	4	5	15	3	63	3	3	38	3	7	145	6	3	12	2400	25	
6	100	Proveedor 2	\$ 14,410	9	8	10	6	47	6	8	115	4	0	0	0	0	9	4	4	16	3	112	4	5	16	3	6	94	2	4	7	1440	25	
7	100	Proveedor 2	\$ 14,410	5	7	8	7	53	6	5	263	5	0	0	0	0	13	3	3	12	3	176	2	6	32	3	7	105	2	5	8	3360	23	
8	100	Proveedor 2	\$ 14,410	6	7	10	6	62	5	5	119	3	0	0	0	0	8	3	4	16	2	182	2	4	32	7	7	135	3	7	7	1440	19	
9	200	Proveedor 2	\$ 14,410	5	6	9	7	67	5	5	123	3	0	0	0	0	7	4	3	16	2	123	1	4	26	3	10	109	3	4	7	1920	31	
10	30	Proveedor 1	\$ 16,417	9	9	9	5	18	6	4	299	4	9	45	4	4	6	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1920	17		
11	200	Proveedor 3	\$ 16,050	8	8	9	7	28	5	4	291	4	0	0	0	0	7	4	4	11	3	94	2	3	25	4	8	132	4	4	6	1920	43	
12	200	Proveedor 3	\$ 16,050	10	7	8	7	29	4	4	134	6	0	0	0	0	7	3	5	14	1	73	2	4	20	4	7	118	4	4	5	7	2880	48
13	200	Proveedor 3	\$ 16,050	6	9	9	7	34	4	3	212	7	0	0	0	0	6	3	4	16	3	197	2	4	27	3	7	95	4	5	11	480	51	
14	50	Proveedor 1	\$ 16,470	7	9	8	8	49	3	6	272	4	10	156	4	5	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	21		
15	400	Proveedor 3	\$ 15,777	8	10	8	6	34	3	3	237	5	0	0	0	0	6	5	3	14	4	108	3	5	25	2	5	82	6	5	7	3840	83	
16	200	Proveedor 3	\$ 15,777	8	9	9	7	11	5	3	298	6	0	0	0	0	5	3	4	16	6	133	1	4	29	3	5	141	5	3	8	3840	53	
17	300	Proveedor 3	\$ 15,777	9	8	8	8	17	6	4	210	7	0	0	0	0	5	3	3	13	3	65	1	7	39	4	6	140	6	3	11	2880	27	
18	100	Proveedor 2	\$ 14,410	8	7	12	9	44	3	3	96	5	0	0	0	0	8	4	3	13	2	103	1	4	34	4	7	68	4	5	13	480	23	
19	200	Proveedor 2	\$ 14,410	9	5	8	10	42	4	3	198	5	0	0	0	0	7	5	5	13	3	172	2	4	29	3	5	76	4	3	9	480	56	
20	200	Proveedor 2	\$ 14,410	9	6	11	9	41	5	3	192	4	0	0	0	0	12	3	6	12	4	177	3	3	36	3	7	117	6	6	8	2880	49	
21	200	Proveedor 2	\$ 14,410	8	9	8	8	57	6	3	111	3	0	0	0	0	7	3	3	12	4	199	2	3	27	6	6	140	5	4	8	480	57	
22	200	Proveedor 2	\$ 14,410	9	8	10	7	53	6	5	139	3	0	0	0	0	7	4	4	10	3	60	2	4	26	3	8	113	5	3	9	2400	59	
23	100	Proveedor 2	\$ 14,410	6	7	9	8	57	5	5	98	3	0	0	0	0	8	4	3	10	3	148	2	5	36	3	9	118	5	3	5	2880	21	
24	100	Proveedor 2	\$ 14,410	9	7	11	8	54	4	3	193	4	0	0	0	0	11	3	3	16	3	193	1	6	22	4	12	135	5	3	7	2880	25	
25	200	Proveedor 2	\$ 14,410	6	7	8	7	56	4	3	231	5	0	0	0	0	7	4	5	13	3	165	5	9	29	4	7	146	6	4	13	1440	55	
26	300	Proveedor 2	\$ 14,410	6	8	8	8	57	3	3	253	3	0	0	0	0	6	4	3	12	3	189	3	11	40	4	7	143	6	4	11	1920	66	
27	100	Proveedor 2	\$ 14,410	7	9	11	8	44	5	3	92	3	0	0	0	0	6	5	5	13	3	136	3	4	28	3	6	95	5	7	9	1440	23	
28	200	Proveedor 2	\$ 14,410	5	8	8	9	23	4	7	99	3	0	0	0	0	6	7	3	15	4	182	3	4	17	3	6	141	5	5	13	1920	51	
29	200	Proveedor 2	\$ 14,410	7	7	11	10	19	3	4	111	3	0	0	0	0	6	3	5	13	7	64	7	3	21	3	5	84	7	4	10	2400	46	
30	200	Proveedor 2	\$ 14,410	6	7	11	11	17	3	4	230	3	0	0	0	0	7	3	7	15	3	79	3	4	40	2	5	71	5	4	9	480	48	
31	200	Proveedor 2	\$ 14,410	8	6	9	9	22	3	4	212	4	0	0	0	0	8	4	3	16	3	173	3	3	38	2	8	126	3	3	7	2400	53	
32	200	Proveedor 2	\$ 14,410	7	6	9	8	23	3	5	234	4	0	0	0	0	9	4	4	13	4	170	1	4	24	3	5	109	6	6	7	1920	58	

9.3 Datos tomados en sitio para proceso de pago de planillas contratista mano de obra

Planilla No.	Residente y director elaboran planilla (Minutos)	Director envía por correo electrónico planilla a auxiliar (Minutos)	Espera a que el auxiliar revise correo (Minutos)	Auxiliar revisa planilla (Minutos)	Auxiliar llama a obra solicita aclaraciones (Minutos)	Auxiliar corrige planilla (Minutos)	Auxiliar envía planilla a Gerencia (Minutos)	Espera a que Gerencia revise planilla (Minutos)	Gerencia revisa planilla (Minutos)	Gerencia ajusta planilla (Minutos)	Gerencia envía planilla a auxiliar (Minutos)	Auxiliar imprime planilla y documentos soportes (Minutos)	Auxiliar entrega documentos a Dirección de logística (Minutos)	Espera a que dirección de logística elabore cheque (Minutos)	Dirección de logística elabora cheque (Minutos)	Espera a que firme (Minutos)	Consortciados firman cheque (Minutos)	Dirección de tesorería solicita elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Asistente contable elabora comprobante de egreso (Minutos)	Asistente contable devuelve cheque a tesorería (Minutos)	Tesorería entrega cheques y comprobantes de egreso a asistente administrativa para que los entregue (Minutos)	Asistente administrativa saca copias de comprobante (Minutos)	Asistente administrativa llama a contratista para que recogan el pago (Minutos)	Espera a que el contratista reclame el cheque (Minutos)	Asistente administrativa verifica que la persona que reclama el cheque este autorizada (Minutos)	Firma comprobante de egreso y acta de pago (Minutos)	Asistente administrativa saca copia de planilla y comprobane de egreso y entrega al contratista (Minutos)	Asistente administrativa entrega cheque (Minutos)
1	120	4	20	60	10	4	3	510	15	3	3	7	3	13	2	720	3	4	12	3	6	5	5	83	3	1	2	1
2	90	3	16	45	8	5	2	300	23	0	2	8	3	15	2	912	2	3	10	2	7	6	3	92	5	1	3	2
3	108	4	17	42	9	3	3	420	24	4	3	7	3	13	3	960	5	4	16	3	5	7	7	97	3	1	2	1
4	126	5	21	72	0	0	2	450	15	0	4	9	4	19	2	768	5	7	9	3	7	5	3	118	2	2	2	1
5	144	4	17	49	6	3	1	540	17	0	2	8	3	12	2	912	4	4	10	3	8	4	3	63	3	1	3	1
6	72	3	18	56	0	0	2	360	18	0	3	7	2	13	1	864	3	4	13	2	5	5	2	66	3	2	2	1
7	120	3	20	63	5	3	3	330	20	0	2	8	2	19	3	576	3	3	10	2	6	4	3	132	4	1	4	2
8	126	2	21	49	4	2	2	420	15	6	2	7	3	13	4	1008	2	4	14	3	5	5	5	68	1	1	2	1
9	120	4	26	71	0	0	2	468	14	0	3	11	3	18	2	768	4	3	12	4	6	3	3	157	3	3	2	1
10	138	5	33	66	7	2	2	480	13	5	4	8	2	11	3	624	2	4	10	4	7	4	3	110	3	1	3	1
11	96	3	24	58	7	3	3	450	12	8	3	8	2	14	3	528	3	3	23	3	6	4	2	99	2	2	2	2
12	114	4	26	61	0	0	1	390	15	0	3	7	3	10	3	768	3	3	10	3	6	6	3	83	3	1	3	1
13	90	6	24	68	8	5	2	360	14	8	4	9	4	13	2	816	2	4	15	4	5	6	3	123	1	1	3	1
14	66	5	19	69	9	3	3	240	13	8	3	7	2	18	2	768	5	3	12	4	6	4	2	91	3	1	2	1
15	96	4	18	42	0	0	4	480	24	0	2	7	3	19	5	960	6	3	13	4	6	5	3	157	3	2	3	1
16	102	4	18	49	11	4	2	570	23	7	2	9	3	17	2	1104	2	4	11	4	6	3	3	132	2	1	2	2
17	120	3	13	59	6	2	3	420	16	0	2	8	2	15	3	912	2	3	12	5	6	4	2	140	1	2	3	1
18	132	2	21	65	0	0	3	498	19	0	3	7	2	15	3	816	3	3	12	7	7	4	2	66	1	2	2	1

9.4 Datos calculados para construcción estado actual proceso de adquisición de acero

Solicitud de pedido No.	Cantidad de acero figurado solicitada	Cantidad de acero sin figura solicitada	Total acero solicitado	Elaboración del pedido (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión de correo e impresión de pedido (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión y aprobación de pedido (Minutos)	Informar a obra (Minutos)	Corrección y envío de pedido (Minutos)	Revisión correo e impresión de pedido (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión y aprobación de pedido (Minutos)	Solicitud de cotizaciones (Minutos)	Cotizar (Minutos)	Revisión e impresión de cotizaciones (Minutos)	Espera (Minutos)	Aprobación de cotización (Minutos)	Elaboración y envío de orden de compra (Minutos)	Espera (Minutos)	Elaboración de cheque (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión y firma del cheque (Minutos)	Solicitud elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Programar pago (Minutos)	Realizar pago (Minutos)	Enviar comprobante a proveedor (Minutos)	Fabricación y despacho de acero (Minutos)	Recibo de acero (Minutos)	Tiempo total (Días)
1	0.00	12809.76	12809.76	16	20	6	240	5	0	0	0	0	0	10	480	4	180	12	5	16	12	480	1	3	32	5	120	12	2400	180	9
2	4344.18	0.00	4344.18	22	15	7	300	6	0	0	0	0	0	15	300	5	240	10	4	17	10	300	2	2	23	10	96	12	5280	60	15
3	5952.84	310.13	6262.97	23	30	7	420	5	0	0	0	0	0	10	480	4	210	17	6	13	17	240	1	3	17	12	150	13	5280	90	15
4	5537.38	0.00	5537.38	22	25	10	120	22	5	0	0	0	0	17	510	7	180	16	5	24	2	300	2	4	29	10	156	15	4320	84	13
5	7824.97	0.00	7824.97	24	10	7	180	8	0	0	0	0	0	14	540	4	90	7	18	24	2	420	1	3	20	5	60	17	6240	114	17
6	3010.26	0.00	3010.26	25	12	11	300	5	8	67	6	63	3	13	480	3	150	4	14	22	1	360	2	5	23	6	144	13	6240	60	17
7	7350.68	109.51	7460.19	35	15	11	420	4	0	0	0	0	0	10	360	4	270	4	18	23	2	720	1	3	28	7	180	12	5280	138	16
8	3367.71	0.00	3367.71	25	14	7	450	8	7	71	5	32	3	11	420	6	180	8	17	13	2	960	1	3	32	5	120	16	5760	60	18
9	10619.19	651.84	11271.03	28	20	13	180	7	6	54	4	65	3	16	480	4	240	6	19	17	3	540	1	2	28	13	138	17	5280	138	16
10	0.00	1538.71	1538.71	24	15	10	240	6	0	0	0	0	0	17	672	6	300	4	16	11	2	624	3	3	43	10	144	13	1440	60	8
11	0.00	971.04	971.04	21	17	6	300	8	0	0	0	0	0	15	960	9	192	3	19	12	3	624	4	5	27	7	150	10	1440	60	9
12	6108.29	0.00	6108.29	17	14	11	240	7	0	0	0	0	0	14	480	7	240	6	16	22	5	1200	3	3	19	8	162	14	5280	96	17
13	1017.45	3573.05	4590.50	25	16	11	180	6	0	0	0	0	0	13	624	6	210	7	16	24	2	768	2	3	27	6	108	17	5760	84	17
14	7259.83	0.00	7259.83	28	15	10	150	5	0	0	0	0	0	11	540	5	156	5	16	22	3	180	2	4	27	5	150	11	6240	132	17
15	4612.29	0.00	4612.29	25	22	9	300	6	8	64	6	36	3	9	522	5	210	5	15	13	3	150	1	3	28	10	162	17	6720	96	18
16	4353.00	0.00	4353.00	28	27	6	360	7	0	0	0	0	0	13	516	4	222	7	16	15	2	240	1	3	18	12	120	14	6720	84	18
17	4432.00	0.00	4432.00	26	30	7	240	5	0	0	0	0	0	14	474	6	174	4	18	12	4	258	1	3	21	13	144	11	7200	90	19
18	4962.00	0.00	4962.00	26	15	11	210	4	0	0	0	0	0	11	540	4	156	5	18	21	3	258	2	3	24	14	138	16	6240	102	17
19	0.00	2461.84	2461.84	25	14	7	204	8	0	0	0	0	0	10	480	5	240	4	15	23	3	960	4	2	30	13	114	15	2400	78	10
20	4515.48	0.00	4515.48	30	33	14	480	4	0	0	0	0	0	9	912	6	156	6	17	6	2	2880	5	4	28	10	180	19	6240	108	24
21	7560.54	0.00	7560.54	22	24	12	258	5	7	45	7	25	2	16	270	7	480	4	14	18	2	2400	3	4	32	7	126	12	5280	132	20
22	5617.29	0.00	5617.29	19	27	10	240	4	0	0	0	0	0	18	300	8	210	7	18	19	1	204	2	3	21	10	132	12	5280	90	14
23	0.00	252.00	252.00	23	28	6	228	5	0	0	0	0	0	11	498	4	222	5	13	18	2	480	1	5	25	13	150	16	1440	30	7
24	0.00	25776.65	25776.65	22	40	8	960	6	0	0	0	0	0	15	504	7	360	6	14	16	3	1920	5	4	21	10	180	17	6240	240	23
25	13275.00	0.00	13275.00	25	20	12	912	10	0	0	0	0	0	9	720	6	480	5	22	16	4	2400	3	4	23	11	120	20	6240	192	24
26	0.00	3912.60	3912.60	25	25	12	300	4	0	0	0	0	0	8	720	6	300	8	20	13	4	960	4	3	28	11	114	15	1920	120	10
27	0.00	1789.20	1789.20	24	15	10	180	5	0	0	0	0	0	10	240	7	240	4	21	23	3	480	5	5	31	10	120	14	1440	90	7
28	0.00	302.40	302.40	32	16	12	420	4	0	0	0	0	0	11	300	7	420	6	17	22	5	720	4	4	28	7	138	18	1440	60	8
29	15228.00	0.00	15228.00	21	18	15	300	11	0	0	0	0	0	8	624	8	480	6	23	13	4	1200	4	4	47	7	150	20	5280	204	18
30	13408.00	0.00	13408.00	29	21	13	480	10	5	47	6	31	3	12	960	4	720	5	20	23	4	1248	3	3	36	9	120	17	6240	180	22
31	5389.00	0.00	5389.00	26	17	12	768	5	7	33	7	35	4	7	960	6	480	7	18	22	3	1440	4	4	27	8	120	16	5280	114	20
32	0.00	1612.86	1612.86	25	18	16	120	5	0	0	0	0	0	10	360	7	240	7	16	22	3	480	3	4	22	12	132	17	1440	120	7
33	0.00	715.68	715.68	27	18	16	180	4	0	0	0	0	0	11	420	6	360	8	18	24	4	1440	4	3	27	9	84	22	1920	96	10
34	12765.19	0.00	12765.19	37	29	13	960	11	9	68	5	27	4	16	720	7	624	9	20	10	3	1584	4	5	27	8	180	19	6240	180	23
35	0.00	941.04	941.04	29	24	13	180	5	0	0	0	0	0	13	240	7	480	5	22	21	4	960	4	4	30	8	90	16	1920	78	9
36	0.00	336.00	336.00	32	26	14	240	5	0	0	0	0	0	15	300	8	240	7	21	16	4	960	3	4	46	7	102	14	1440	60	8
Promedio	4403.07	1612.90	6015.97	25.00	21.00	10.00	340.00	6.00	7.00	56.00	6.00	39.00	3.00	12.00	525.00	6.00	290.00	6.00	17.00	18.00	3.00	871.00	3.00	4.00	28.00	9.00	133.00	15.00	4467.00	108.00	15.00
Mínimo	0.00	0.00	252.00	16.00	10.00	6.00	120.00	4.00	5.00	33.00	4.00	25.00	2.00	7.00	240.00	3.00	90.00	3.00	13.00	10.00	1.00	150.00	1.00	2.00	17.00	5.00	60.00	2.00	1440.00	30.00	7.00
Máximo	15228.00	25776.65	25776.65	37.00	40.00	16.00	960.00	11.00	9.00	71.00	7.00	65.00	4.00	18.00	960.00	9.00	720.00	9.00	23.00	24.00	5.00	2880.00	5.00	5.00	47.00	14.00	180.00	22.00	7200.00	240.00	24.00
σ estándar	4472.13	4721.75	5332.95	4.43	6.76	2.96	224.30																								

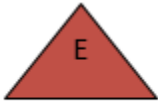
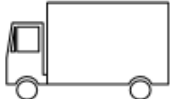
9.5 Datos calculados para construcción estado actual proceso de adquisición de cemento

Solicitud de pedido No.	Cantidad solicitada (Saco de cemento * 50kg)	Proveedor	Elaborar pedido (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión de correo e impresión de pedido (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión y aprobación del pedido (Minutos)	Solicitud cotizaciones (Minutos)	Cotizar (Minutos)	Revisión y elección de cotización (Minutos)	Elaborar y enviar orden de compra (Minutos)	Espera (Minutos)	Elaborar cheque (Minutos)	Espera (Minutos)	Firmar cheque (Minutos)	Solicitud elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Programar pago (Minutos)	Realizar pago(Minutos)	Enviar comprobante a proveedor (Minutos)	Programar despacho (Minutos)	Recibir en obra (Minutos)	Tiempo total (Días)
1	50	Proveedor 1	27	65	11	108	2	9	120	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3360	20	8
2	20	Proveedor 1	29	15	8	291	3	10	98	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3360	15	9
3	300	Proveedor 2	26	33	11	219	3	0	0	0	15	13	2	71	3	4	24	8	127	12	480	62	3
4	200	Proveedor 2	30	14	9	209	4	0	0	0	15	15	5	137	1	4	27	12	130	13	1440	40	5
5	100	Proveedor 2	32	16	10	184	3	0	0	0	14	15	3	63	3	3	41	7	145	21	2400	25	7
6	100	Proveedor 2	33	47	14	115	4	0	0	0	17	16	3	112	4	5	19	6	94	13	1440	25	5
7	100	Proveedor 2	27	53	11	263	5	0	0	0	19	12	3	176	2	6	35	7	105	15	3360	23	9
8	100	Proveedor 2	29	62	10	119	3	0	0	0	15	16	2	182	2	4	39	7	135	17	1440	19	5
9	200	Proveedor 2	27	67	10	123	3	0	0	0	14	16	2	123	1	4	29	10	109	14	1920	31	6
10	30	Proveedor 1	32	18	10	299	4	9	45	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1920	17	5
11	200	Proveedor 3	32	28	9	291	4	0	0	0	15	11	3	94	2	3	29	8	132	14	1920	43	6
12	200	Proveedor 3	32	29	8	134	6	0	0	0	15	14	1	73	2	4	24	7	118	16	2880	48	8
13	200	Proveedor 3	31	34	7	212	7	0	0	0	13	16	3	197	2	4	30	7	95	20	480	51	3
14	50	Proveedor 1	32	49	9	272	4	10	156	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	21	7
15	400	Proveedor 3	32	34	6	237	5	0	0	0	14	14	4	108	3	5	27	5	82	18	3840	83	10
16	200	Proveedor 3	33	11	8	298	6	0	0	0	12	16	6	133	1	4	32	5	141	16	3840	53	10
17	300	Proveedor 3	33	17	10	210	7	0	0	0	11	13	3	65	1	7	43	6	140	20	2880	27	8
18	100	Proveedor 2	36	44	6	96	5	0	0	0	15	13	2	103	1	4	38	7	68	22	480	23	3
19	200	Proveedor 2	32	42	7	198	5	0	0	0	17	13	3	172	2	4	32	5	76	16	480	56	3
20	200	Proveedor 2	35	41	8	192	4	0	0	0	21	12	4	177	3	3	39	7	117	20	2880	49	8
21	200	Proveedor 2	33	57	9	111	3	0	0	0	13	12	4	199	2	3	33	6	140	17	480	57	3
22	200	Proveedor 2	34	53	11	139	3	0	0	0	15	10	3	60	2	4	29	8	113	17	2400	59	7
23	100	Proveedor 2	30	57	10	98	3	0	0	0	15	10	3	148	2	5	39	9	118	13	2880	21	8
24	100	Proveedor 2	35	54	7	193	4	0	0	0	17	16	3	193	1	6	26	12	135	15	2880	25	8
25	200	Proveedor 2	28	56	7	231	5	0	0	0	16	13	3	165	5	9	33	7	146	23	1440	55	5
26	300	Proveedor 2	30	57	6	253	3	0	0	0	13	12	3	189	3	11	44	7	143	21	1920	66	6
27	100	Proveedor 2	35	44	8	92	3	0	0	0	16	13	3	136	3	4	31	6	95	21	1440	23	5
28	200	Proveedor 2	30	23	11	99	3	0	0	0	16	15	4	182	3	4	20	6	141	23	1920	51	6
29	200	Proveedor 2	35	19	7	111	3	0	0	0	14	13	7	64	7	3	24	5	84	21	2400	46	6
30	200	Proveedor 2	35	17	7	230	3	0	0	0	17	15	3	79	3	4	42	5	71	18	480	48	3
31	200	Proveedor 2	32	22	7	212	4	0	0	0	15	16	3	173	3	3	40	8	126	13	2400	53	7
32	200	Proveedor 2	30	23	8	234	4	0	0	0	17	13	4	170	1	4	27	5	109	19	1920	58	6
Promedio	170.00		31.00	38.00	9.00	190.00	4.00	10.00	105.00	9.00	15.00	14.00	3.00	134.00	2.00	5.00	32.00	7.00	116.00	17.00	2055.00	40.00	6.00
Mínimo	20.00		26.00	11.00	6.00	92.00	2.00	9.00	45.00	8.00	11.00	10.00	1.00	60.00	1.00	3.00	19.00	5.00	68.00	12.00	480.00	15.00	3.00
Máximo	400.00		36.00	67.00	14.00	299.00	7.00	10.00	156.00	10.00	21.00	16.00	7.00	199.00	7.00	11.00	44.00	12.00	146.00	23.00	3840.00	83.00	10.00
σ estandar	85.78		2.70	17.47	1.88	68.48	1.24	3.20	38.05	3.03	2.06	4.92	1.58	63.67	1.50	2.30	12.62	2.96	44.97	6.65	1021.76	17.78	2.10
ILC	0.00		0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00

9.6 Datos calculados para construcción estado actual proceso pago de planillas contratista mano de obra

Planilla No.	Elaboración planilla(Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión,corrección y envío de planilla (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión , ajuste y envío de planilla (Minutos)	Impresión y entrega de documento para pago (Minutos)	Espera (Minutos)	Elaboración cheque (Minutos)	Espera (Minutos)	Revisión y firma cheque (Minutos)	Solicitud elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Elaboración comprobante de egreso (Minutos)	Entrega de documentación a asistent administrativa	Programar pago (Minutos)	Espera (Minutos)	Entregar cheque a contratista (Minutos)	Tiempo Total (Dias)
1	124	20	77	510	21	10	13	2	720	3	4	15	6	10	83	7	4
2	93	16	60	300	25	11	15	2	912	2	3	12	7	9	92	11	4
3	112	17	57	420	31	10	13	3	960	5	4	19	5	14	97	7	4
4	131	21	74	450	19	13	19	2	768	5	7	12	7	8	118	7	4
5	148	17	59	540	19	11	12	2	912	4	4	13	8	7	63	8	4
6	75	18	58	360	21	9	13	1	864	3	4	15	5	7	66	8	4
7	123	20	74	330	22	10	19	3	576	3	3	12	6	7	132	11	3
8	128	21	57	420	23	10	13	4	1008	2	4	17	5	10	68	5	4
9	124	26	73	468	17	14	18	2	768	4	3	16	6	6	157	9	4
10	143	33	75	480	22	10	11	3	624	2	4	14	7	7	110	8	4
11	99	24	71	450	23	10	14	3	528	3	3	26	6	6	99	8	3
12	118	26	62	390	18	10	10	3	768	3	3	13	6	9	83	8	4
13	96	24	83	360	26	13	13	2	816	2	4	19	5	9	123	6	4
14	71	19	84	240	24	9	18	2	768	5	3	16	6	6	91	7	3
15	100	18	46	480	26	10	19	5	960	6	3	17	6	8	157	9	4
16	106	18	66	570	32	12	17	2	1104	2	4	15	6	6	132	7	5
17	123	13	70	420	18	10	15	3	912	2	3	17	6	6	140	7	4
18	134	21	68	498	22	9	15	3	816	3	3	19	7	6	66	6	4
Promedio	114.00	21.00	67.00	427.00	23.00	11.00	15.00	3.00	821.00	3.00	4.00	16.00	6.00	8.00	104.00	8.00	4.00
Máximo	148	33	84	570	32	14	19	5	1104	6	7	26	8	14	157	11	5
Minímo	71	13	46	240	17	9	10	1	528	2	3	12	5	6	63	5	3
σ εστανδαρ	21.53	4.63	10.08	85.58	4.17	1.46	2.87	0.92	150.79	1.27	0.97	3.46	0.83	2.09	30.88	1.56	0.47
ILC	96.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	22.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	38.00%	0.00%	12.50%	0.00%

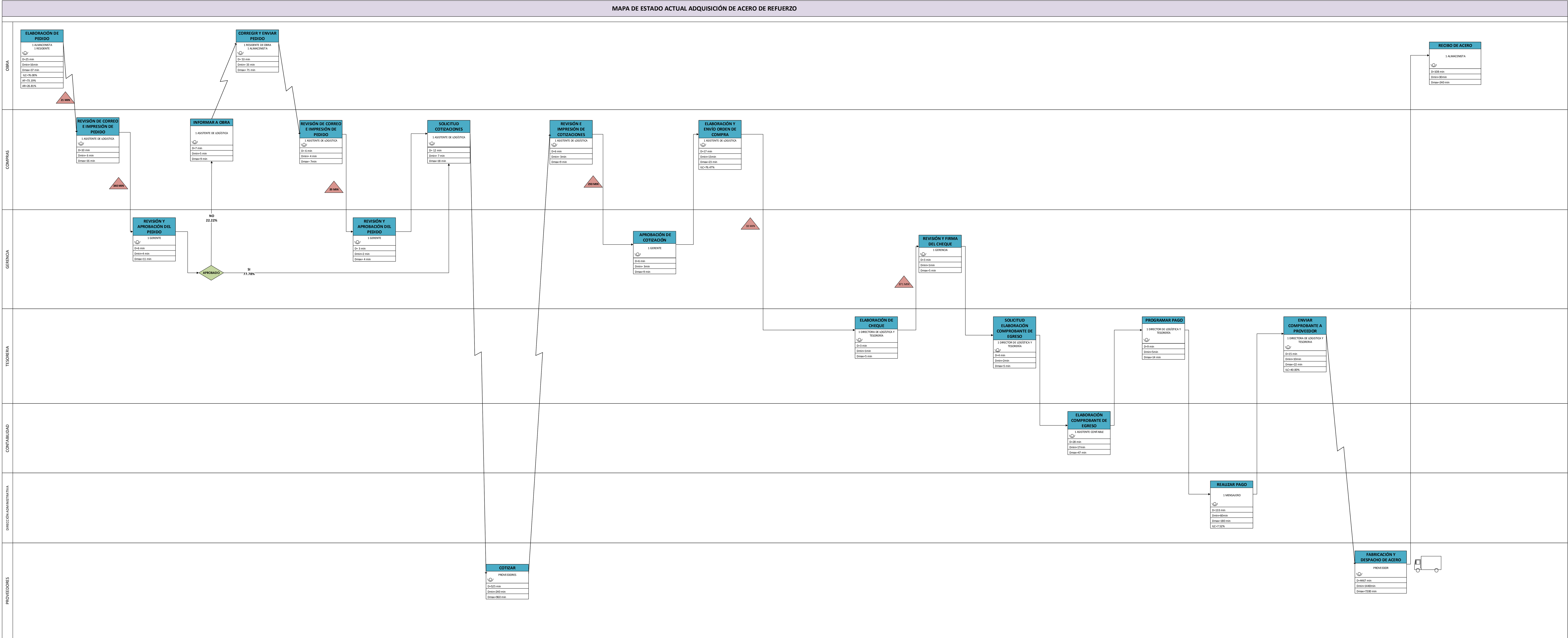
ANEXO 9.7 SIMBOLOGÍA UTILIZADA

Icono	Nombre	Significado
	Actividad	Representa una actividad
	Casilla de datos	Contiene los indicadores correspondientes a cada actividad
	Espera	Tiempo de espera entre actividades
	Flujo de materiales	Representa el transporte de material
	Decisión	Preguntar o decisión a tomar la cual tiene dos respuesta si o no. Posee el porcentaje de aprobaciones cuando corresponde
	Información electrónica	Representa el flujo de información electrónica
	Información manual	Representa el flujo de información manual
	Llamada telefónica	Llamada realizada por el responsable de la actividad
	Línea de tiempo	Muestra en su parte inferior el tiempo de las actividades que agregan valor y en la zona superior

		las actividades que no agregan valor
	Trabajador	Representa la persona ejecutando la actividad
	Oportunidad de mejora	Oportunidad de mejora a implementar

DATOS UTILIZADOS

Nombre	Abreviación	Unidad	Significado
Duración	D	Minutos	Duración promedio de la actividad
Duración mínima	Dmin	Minutos	Duración mínima de la actividad
Duración máxima	Dmax	Minutos	Duración máxima de la actividad
Índice de labor contributivo	ILC	Porcentaje	Porción de tiempo en el cual se está realizando trabajo que agrega valor dividido el duración total de la actividad
Acero figurado	AF	Porcentaje	Porcentaje del acero figurado solicitado
Acero recto	AR	Porcentaje	Porcentaje del acero recto solicitado
Planillas corregidas	PC	Porcentaje	Porcentaje de planillas corregidas



25 MINUTOS

377 MINUTOS (77.78%) -488 MINUTOS (22.22%)

537 MINUTOS

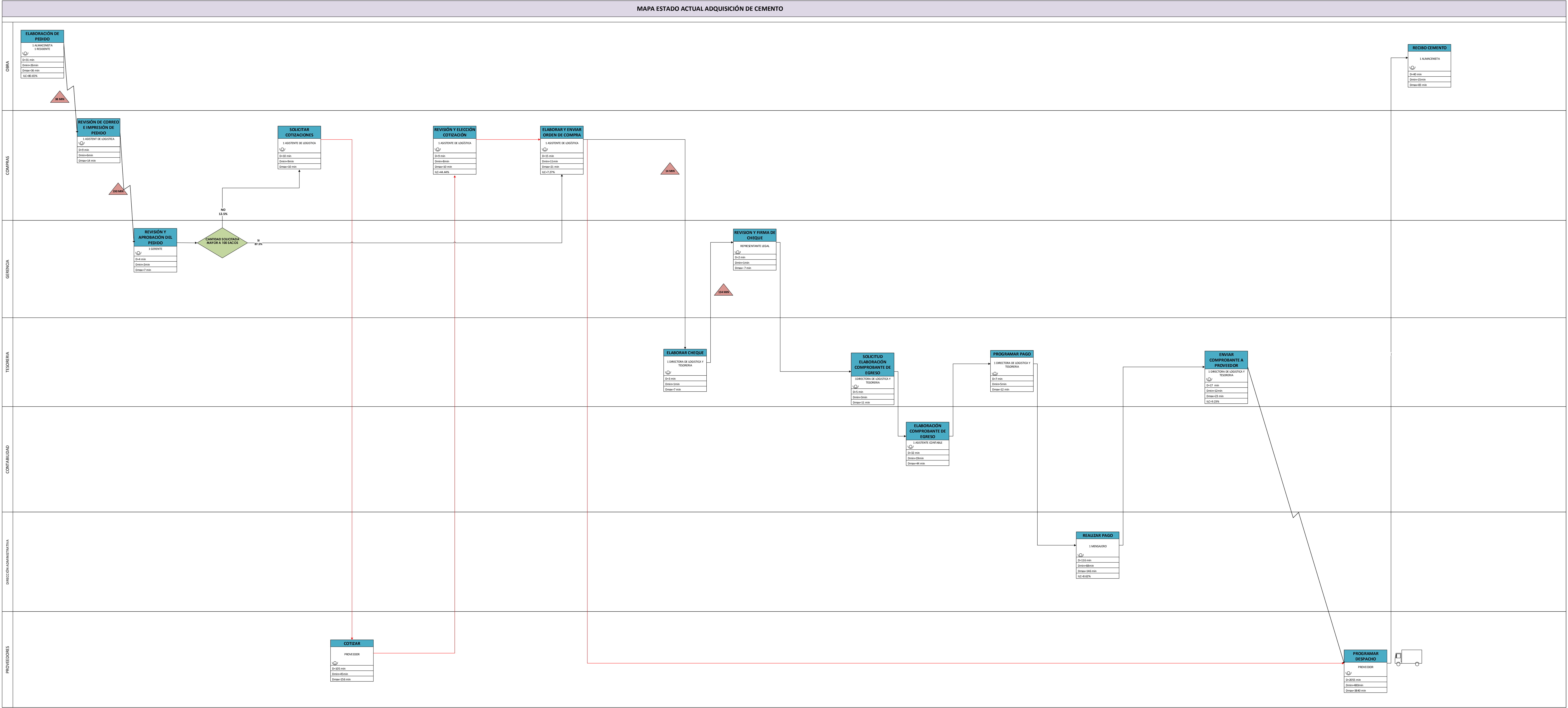
296 MINUTOS

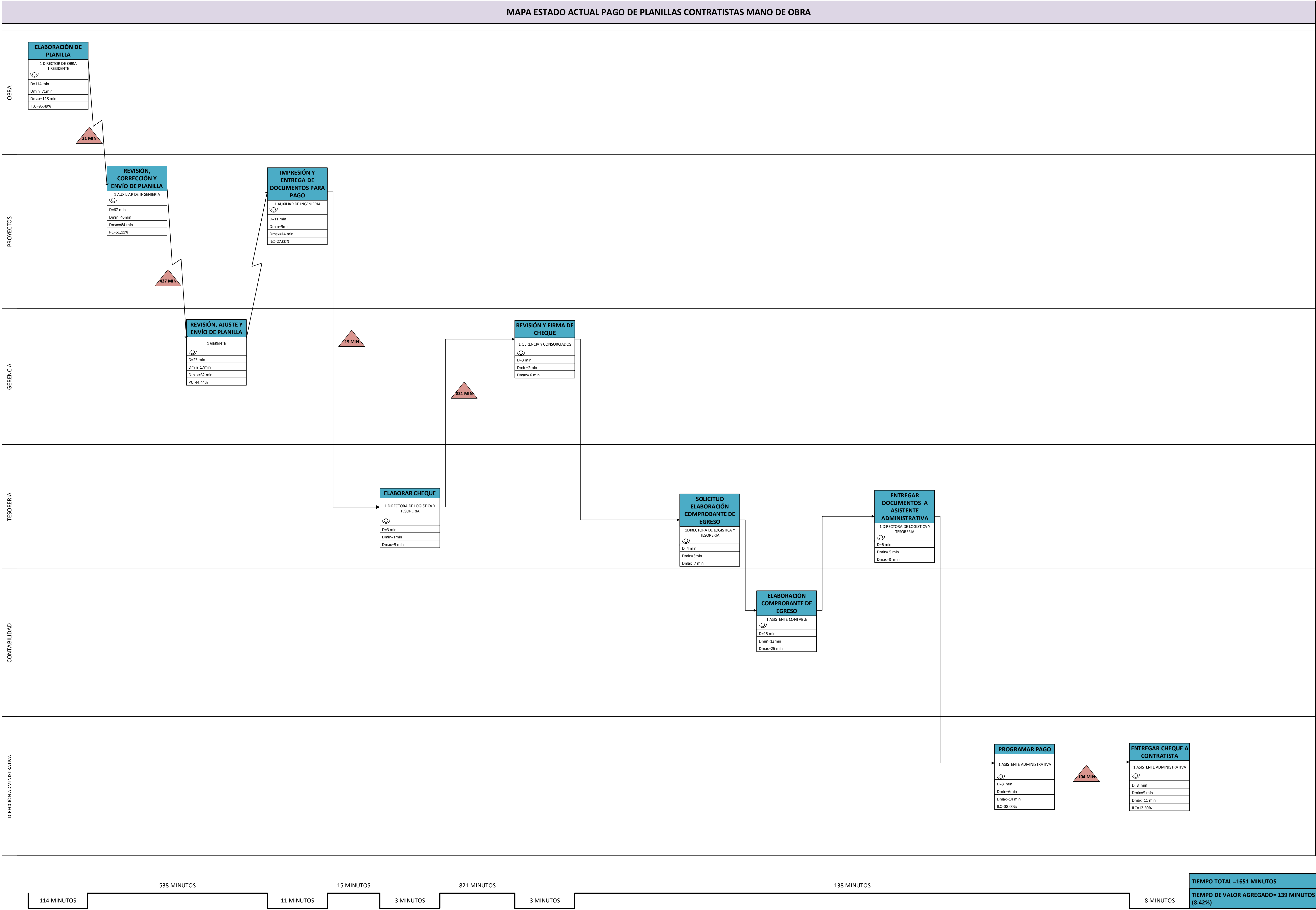
23 MINUTOS

1069 MINUTOS

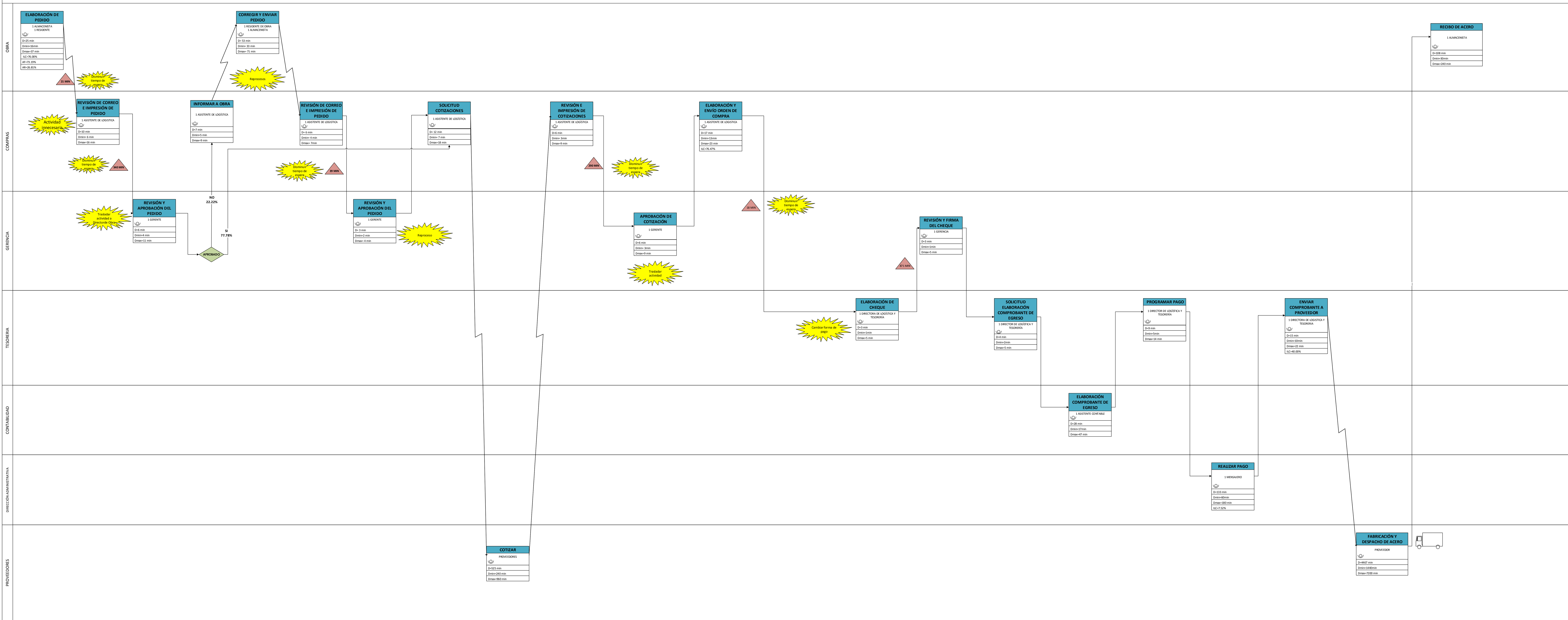
4590 MINUTOS

TIEMPO TOTAL= 6917 MINUTOS (77.78%)
7028 MINUTOS (22.22%)
TIEMPO DE VALOR AGREGADO (CON INCLUIR TIEMPO DE PROVEEDORES)= 143 MINUTOS (8.99%)





MAPA DE ESTADO ACTUAL ADQUISICIÓN DE ACERO DE REFUERZO-OPORTUNIDADES DE MEJORA



25 MINUTOS

377 MINUTOS (77.78%) -488 MINUTOS (22.22%)

537 MINUTOS

296 MINUTOS

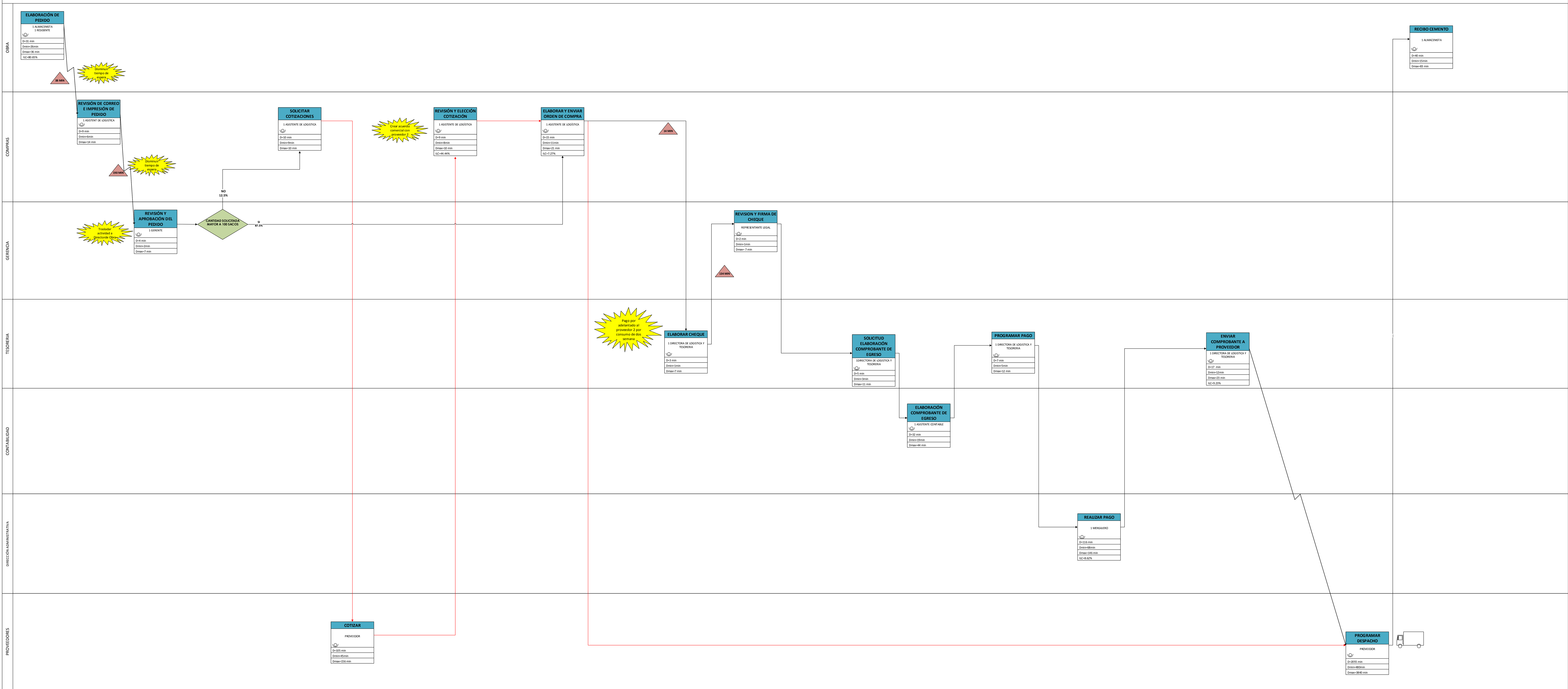
23 MINUTOS

1069 MINUTOS

4590 MINUTOS

TIEMPO TOTAL= 6917 MINUTOS (77.78%)
7028 MINUTOS (22.22%)
TIEMPO DE VALOR AGREGADO (CON INCLUIR TIEMPO DE PROVEEDORES)= 143 MINUTOS (8.99%)

MAPA ESTADO ACTUAL ADQUISICIÓN DE CEMENTO-OPORTUNIDADES DE MEJORA



31 MINUTOS

241 MINUTOS

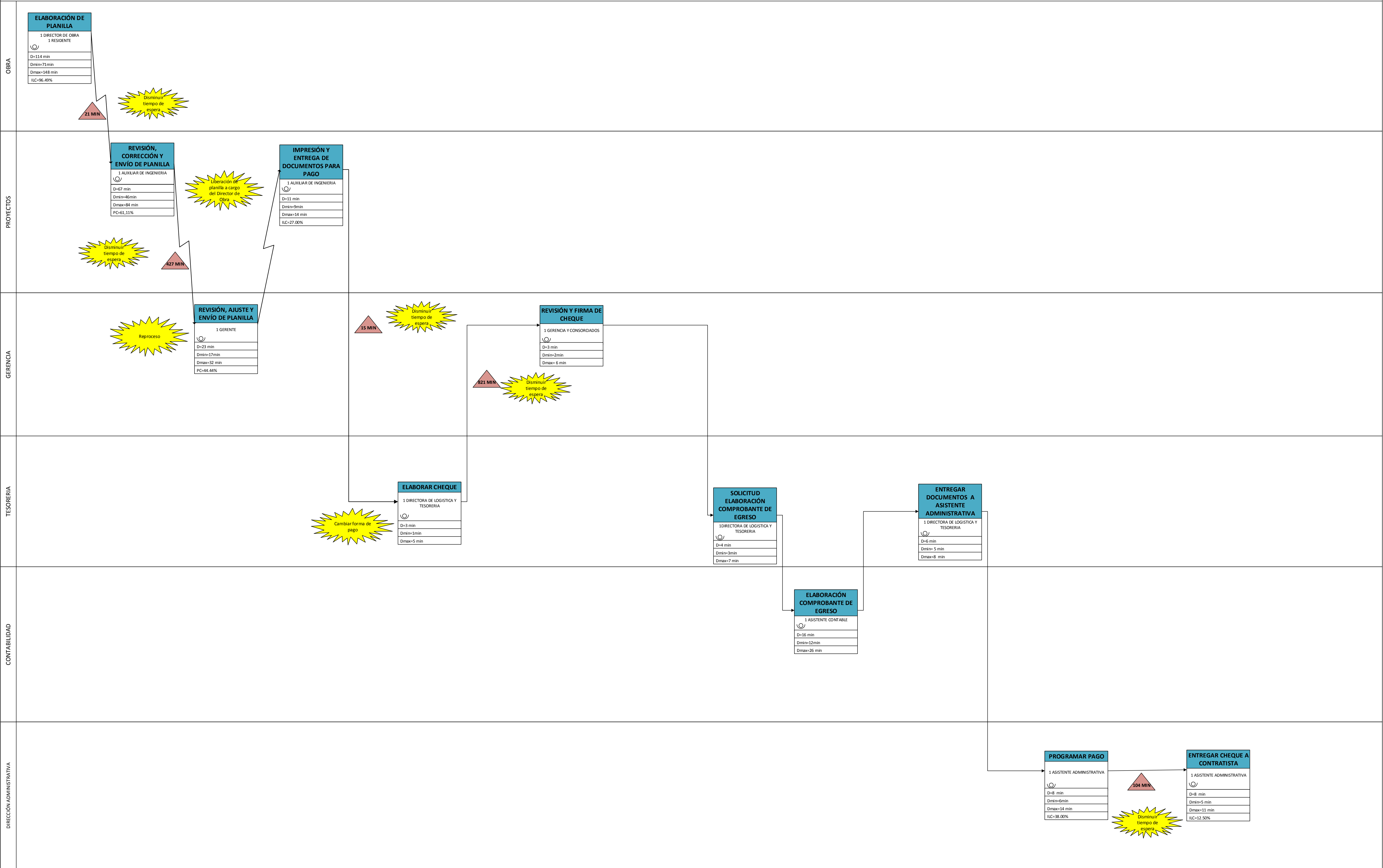
139 MINUTOS (12.5%)- 15 MINUTOS (87.5%)

313 MINUTOS (87.5%)

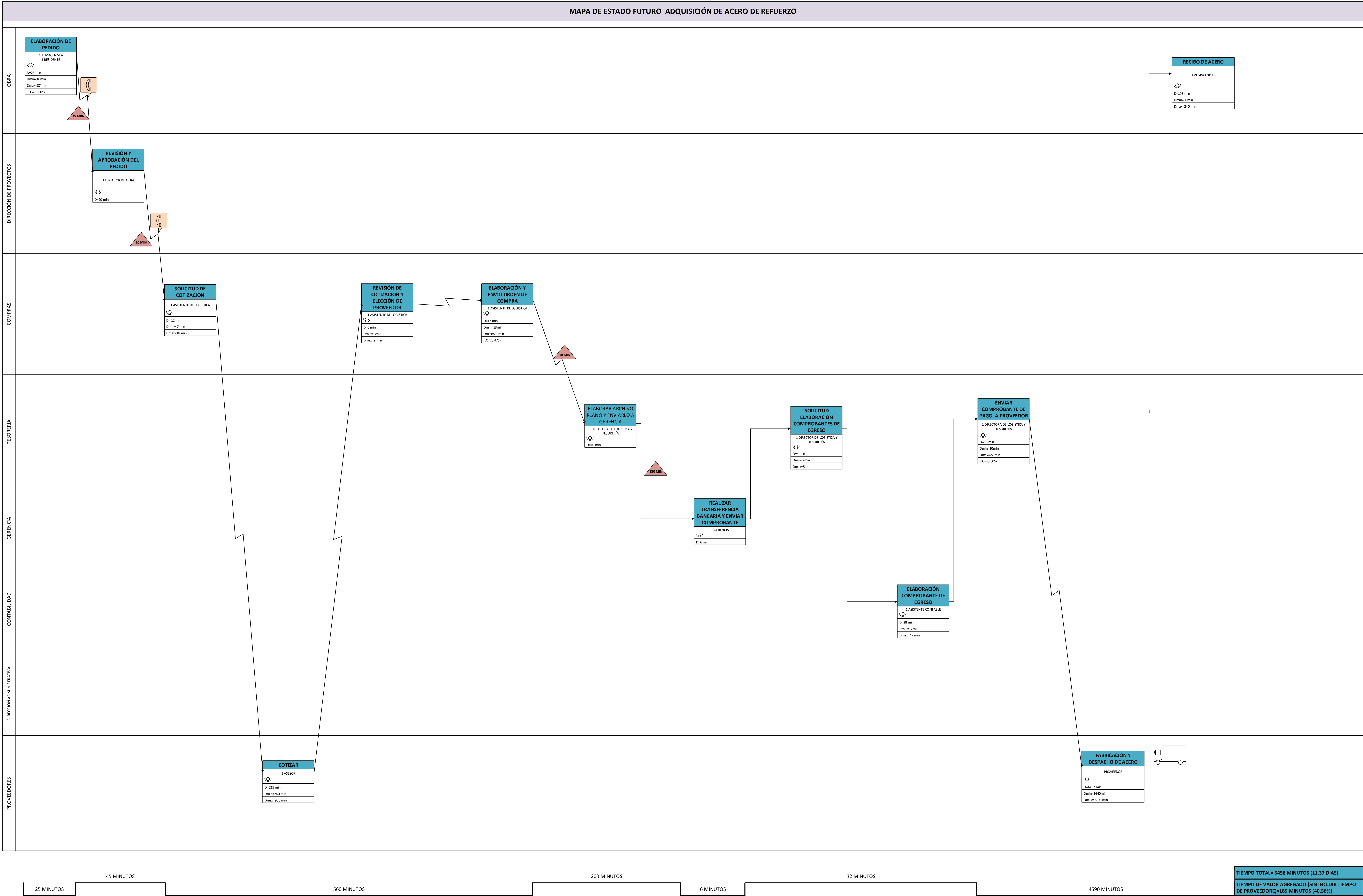
2112 MINUTOS

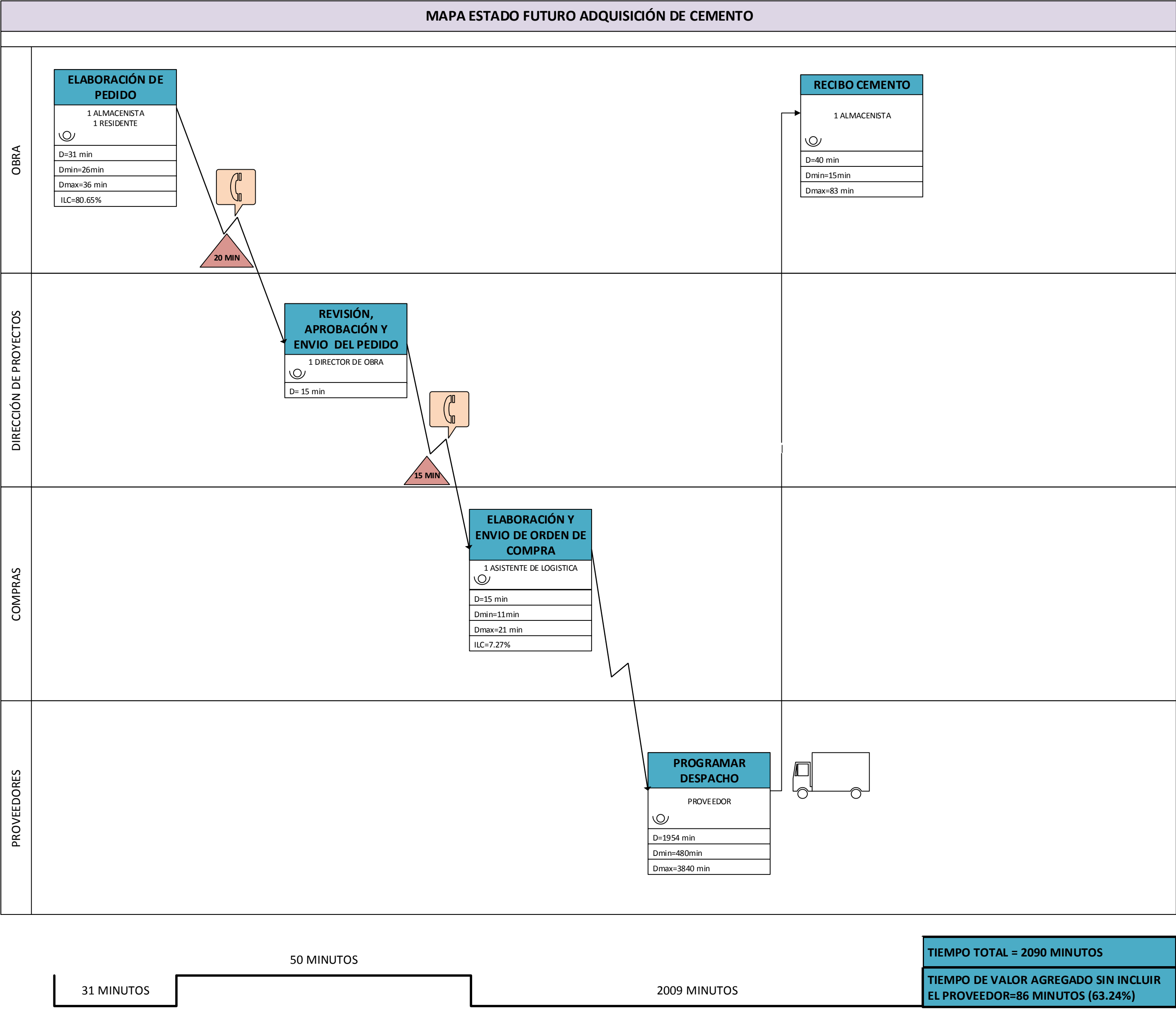
TIEMPO TOTAL =2712 MINUTOS (87.5%) 2523 MINUTOS (12.5%) TIEMPO DE VALOR AGREGADO (SIN INCLUIR TIEMPO DE PROVEEDORES)= 122 MINUTOS (18.05%)
--

MAPA ESTADO ACTUAL PAGO DE PLANILLAS CONTRATISTAS MANO DE OBRA-OPORTUNIDADES DE MEJORA

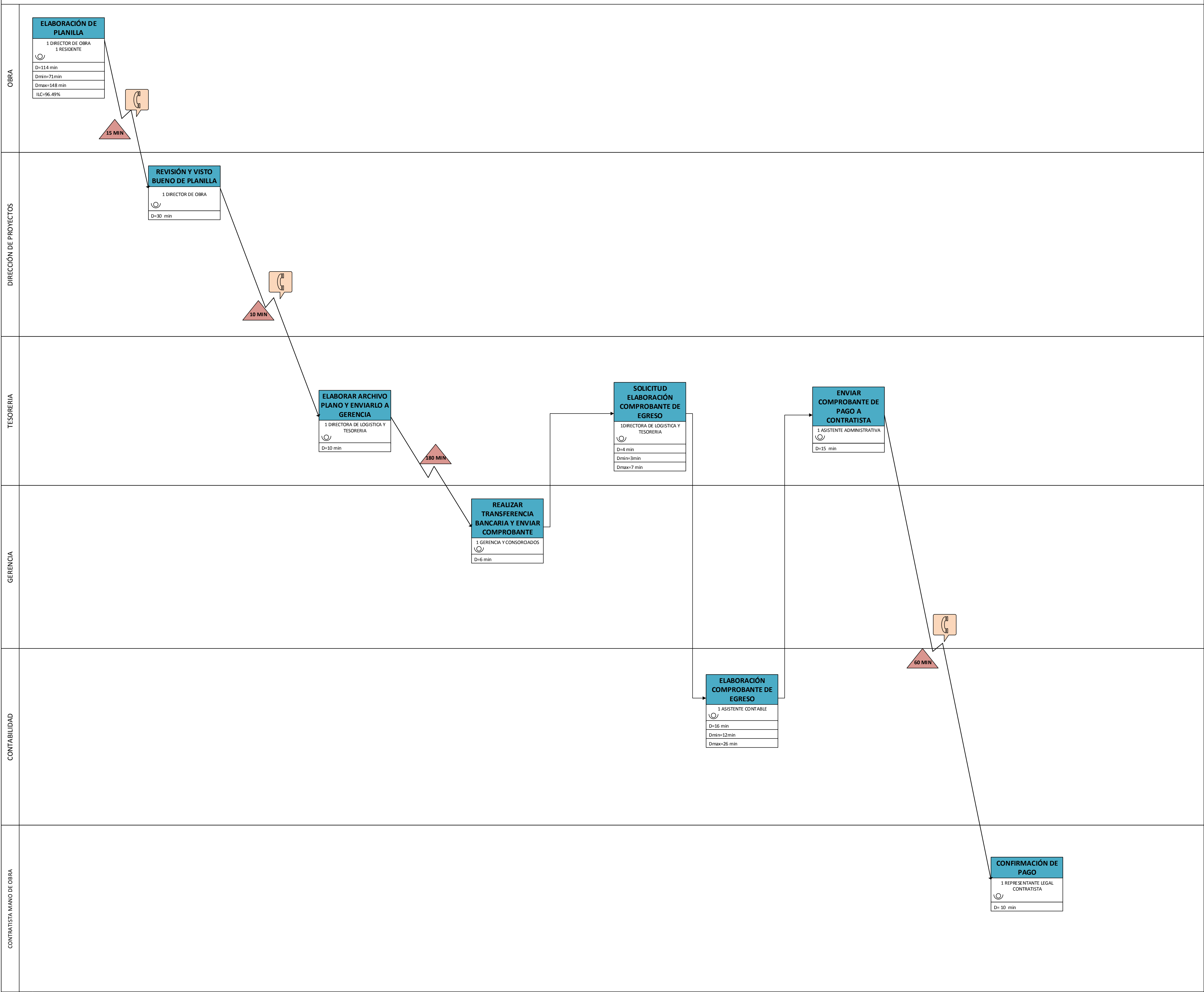


114 MINUTOS	538 MINUTOS	11 MINUTOS	15 MINUTOS	3 MINUTOS	821 MINUTOS	3 MINUTOS	138 MINUTOS	8 MINUTOS	TIEMPO TOTAL =1651 MINUTOS TIEMPO DE VALOR AGREGADO= 139 MINUTOS (8.42%)
-------------	-------------	------------	------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	--





MAPA ESTADO FUTURO PAGO DE PLANILLAS CONTRATISTAS MANO DE OBRA



114 MINUTOS	245 MINUTOS	6 MINUTOS	20 MINUTOS	15 MINUTOS	60 MINUTOS	10 MINUTOS	TIEMPO TOTAL = 470 MINUTOS (0.98 DIAS)
							TIEMPO DE VALOR AGREGADO=128 MINUTOS (25.86%)

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Cardenas, L. F. (2013). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de obras públicas*, 45-52.
- Bhim, S., Suresh, G., & Surrender, S. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian Industry. *Int J Adv Manuf Technol*, 799-809.
- Botero, L., & Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad Eafit*, 50-64.
- Botero, L., & Álvarez, M. (s.f.). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 65-78.
- Burgos Marin, M., & Vela Ávila, D. (2015). Análiss de las causas de incumplimiento de la programación en obras civiles . Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Camacol. (2007). *Informe de productividad en la industria de la construcción*.
- Camacol, S. C. (2010). *Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país*.
- Despradel, I., Guerrero, C., Jourdain, M., López, J., Nuñez, A., & Oliver, C. (2011). Lean construction: implicaciones en el uso de una nueva filosofía, con miras a una mejor administración de proyectos de Ingeniería Civil en República Dominicana. *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI´ 2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computattional Tools for Sustainable Development*. Medellin.
- Fontaníni, P., & Picchi, F. (s.f.). Value Stream Macro Mapping-a Case Study of Aluminum Windows For Constructiion Supply Chain.
- González Torres, A., & Velásquez Reyes, S. (2012). Mapa de la cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D.F. . *Ingenieria* , 51-57.
- González, D., Rodríguez, V., & Febles, J. (Diciembre de 2007). La colaboración en proyectos de investigación -desarrollo en bioinformática de la dispersión de la integración. La Habana, Cuba.

- Gordo Barreiro, E. M., López, P., Andrea, J., & Vargas Quimbaya, J. L. (2017). Factores que ocasionan retraso en obras civiles en Empresas Públicas de Neiva. Bucaramanga, Colombia: Universidad de Santo Tomas-Sede Florida Blanca.
- Haitao, Y., Tarry, T., Mohamed, A., & Reza, N. (2009). Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping. *Journal of construction engineering and management ASCE*, 782-790.
- Hernández, R., & Coello, S. (2002). *El paradigma cuantitativo dela investigación científica*. La Habana: Editorial Universitaria EDUNIV.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). Siete herramientas del flujo de valor del sistema. *International jurnal of operations & production management*, 46-64.
- Institute, L. C. (10 de Febrero de 2016). Obtenido de Lean Construction Institute: www.leanconstruction.org
- K. Liker, J. (2011). *Toyota cómo el fabricante más grandel del mundo alcanzó el éxito*. Grupo Editorial Norma.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Standford University.
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way*. USA: Mc Graw Hill.
- Lith, J., Voordijk, H., & Matos, J. (2015). Assesing maturity development of purchasing management in construction. Purchasing management in construction . *Beanchmarking An International Journal*, 1033-1057.
- Martínez Ribón, J. G. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. Bogotá.
- Mella, O. (2000). *Grupos focales"Focus Group": técnica de investigación cualitativa*. Santiago de Chile.
- Morales, A. L. (2016). Estudio de variabilidad en la implementación del last planner system (LPS) en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- N., R., E., V., & J., G. (2018). Causas de retraso en proyectos de construcción: un análisis cualitativo. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, num 16 , 71-84.

- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Porras Días, H., Sánchez Rivera, O., & J.A., G. G. (2009). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en Ingeniería* , 45-52.
- Rodriguez Asien, E. (2012). Crecimiento económico, crisis y reformas en Japón en las dos últimas décadas. La Habana, Cuba.
- Rosenbaum Videla, S. A. (Abril de 2012). Aplicación de mapeo de cadenas de valor para la detección de pérdidas productivas y medioambientales en la construcción: Estudio de caso en obra "Clínica Universidad de los Andes". Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to create value an eliminate muda*.
- Vilasini, N., & Gamage, J. (2010). Implementing Value Stream Mapping Tool in the Construction Industry. *International Research Conference on Sustainability in Built Environment*, 256-265.
- Zhi, S., & Shou-jian, Z. (s.f.). Construction project procurement method based on the theory of lean construction. *Construction Project Procurement Method*.