

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO**



**Diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa Unión Andina de  
Cementos S.A.A. – UNACEM**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN DIRECCIÓN DE  
OPERACIONES PRODUCTIVAS**

**OTORGADO POR LA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

**Julio César Marchena Medina**

**Paola Alejandra Martínez Puccinelli**

**Julio Miguel Paredes Libio**

**César Augusto Roldán Rojas**

**Asesor: Jorge Benny Benzaquen De Las Casas**

**Surco, setiembre 2019**

## **Agradecimientos**

Agradecer a todo el equipo de Unión Andina de Cementos S.A.A., UNACEM, quienes durante todo el proceso de investigación tuvieron la apertura para atender nuestras consultas.

Seguidamente, a nuestro asesor de tesis Jorge Benzaquen De Las Casas quien tuvo la paciencia y disponibilidad para corregir sucesivamente nuestro borrador de tesis.

Por último y no por ello menos importante, a nuestras familias y entre ellos en especial a nuestras parejas e hijos. Todo este esfuerzo va para ustedes.



## **Dedicatorias**

A Micaela y a Evelyn, fuente de mi inspiración para seguir dando lo mejor de mí en todo aspecto: académico, profesional y personal. Las amo con todo mi corazón.

Julio Marchena Medina

A mis padres, José y Ana, a quienes siempre he buscado enorgullecer; y a mi esposo Luis, gracias por esa confianza. A mí misma, porque pude cumplir conmigo, aun teniendo a mi querida hija Rafaella.

Paola Martínez Puccinelli

A Dios, por darme la oportunidad. A Lucía, mi motivación. A mis padres, porque soy fruto de su amor, esfuerzo y sacrificios. A Wendy, por su amor y paciencia.

Julio Paredes Libio

A mi esposa, Fanny, a mis hijos Luisi y Giulia, gracias por regalarme su tiempo, su amor, motivación y paciencia. A Julia, quien me enseñó a soñar.

César Roldán Rojas

## **Resumen Ejecutivo**

El presente diagnóstico operativo empresarial tiene por finalidad hacer una síntesis de los principales aspectos operativos de la Planta Atocongo de Unión Andina de Cementos S.A.A. – UNACEM, la principal fábrica de cemento del país. Con una producción anual de más de 5 millones de toneladas de cemento y una participación del mercado de más del 45% se constituye como uno de los principales motores para el desarrollo nacional a través de los principales proyectos de infraestructura a través del tiempo. Así, se busca exponer los aspectos clave de su operación desde aquellos a nivel macro como el diseño del proceso productivo y la planta hasta aquellos de mediano plazo como las decisiones de planeamiento agregado, estrategia de mantenimiento, costos y cadena de suministro para continuar detallando las decisiones operativas o del día a día como la programación de las operaciones y la función de compras y almacenes.

A lo largo del trabajo de investigación se plantean oportunidades de mejora y conclusiones, las mismas que buscan sugerir una solución operativa, concisa y factible fruto de la experiencia de los autores del presente trabajo dentro de empresas de diferentes rubros.

Se ha buscado tener un enfoque marcado en la rentabilidad, consiguiéndose un ahorro anual estimado de S/ 6'085,434 con una inversión estimada de S/ 2'904,926 para de esta manera obtener un beneficio para la empresa de S/ 3'180,508. Sin embargo no hemos dejado de lado el impacto en la seguridad industrial, la calidad y la mejora de procesos, pilares básicos para la sostenibilidad de cualquier empresa en nuestros días.

## **Abstract**

The purpose of this business operational diagnosis is to summarize the main operational aspects of the operation of Unión Andina de Cementos S.A.A. – UNACEM Atocongo Plant, the main cement factory in the country. With an annual production of more than 5 million tons of cement and a market share of more than 45%, it is one of the main engines for national development through the main infrastructure projects over time. Thus, it seeks to expose the key aspects of its operation from those at the macro level such as the design of the production process and the plant to those of the medium term such as aggregate planning decisions, maintenance strategy, costs and supply chain to continue detailing the operational or day-to-day decisions such as the programming of operations and the function of purchases and warehouses.

Throughout the research report, opportunities for improvement and conclusions are raised that seek to suggest an operative, concise and feasible solution resulting from the experience in other organizations of the authors of this work.

It has sought to have a marked focus on profitability, achieving an estimated annual savings of S/ 6'085,434 with an estimated investment of S/ 2'904,926 in order to obtain a profit for the company of S/ 3'180,508. However, we have not neglected the impact on industrial safety, quality and process improvement, basic pillars for the sustainability of any company today.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>x</b>
<b>Capítulo I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ciclo Operativo.....	1
1.2 Diagrama de Entrada-Proceso-Salida.....	4
1.3 Clasificación de la Empresa .....	4
1.4 Matriz del Proceso de Transformación.....	5
1.5 Propuesta de Valor de la Empresa .....	5
1.6 Productos Elaborados .....	6
<b>Capítulo II. Marco Teórico .....</b>	<b>8</b>
2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta.....	8
2.1.1 Dimensionamiento de planta .....	9
2.1.2 Ubicación de planta .....	10
2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos.....	12
2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso.....	15
2.4 Planeamiento y diseño de la Planta .....	19
2.5 Planeamiento y diseño del Trabajo.....	23
2.6 Planeamiento Agregado.....	25
2.6.1 Procedimientos para la planeación agregada .....	28
2.7 Programación de Operaciones Productivas .....	29
2.8 Gestión Logística .....	32
2.9 Gestión de Costos .....	36
2.10 Gestión y Control de Calidad .....	37
2.11 Gestión del Mantenimiento .....	41

2.12 Cadena de Suministros .....	44
2.13 Responsabilidad social empresarial.....	46
2.13.1 Desarrollo sostenible .....	47
<b>Capítulo III. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta.....</b>	<b>49</b>
3.1 Dimensionamiento de Planta .....	50
3.2 Ubicación de Planta .....	52
3.3 Propuesta de Mejora .....	56
3.4 Conclusiones.....	57
<b>Capítulo IV. Planeamiento y Diseño de Los Productos.....</b>	<b>58</b>
4.1 Secuencias del Planeamiento y Aspectos que se deben Considerar.....	58
4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño .....	63
4.3 Propuesta de Mejora .....	64
4.4 Conclusiones.....	65
<b>Capítulo V. Planeamiento y Diseño del Proceso.....</b>	<b>67</b>
5.1 Mapeo de los Procesos .....	67
5.1.1 Descripción del proceso productivo .....	68
5.2 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP).....	74
5.3 Descripción de los Problemas detectados en los Procesos .....	77
5.3.1 Peso de las bolsas obtenidas en el envasado manual.....	77
5.4 Herramientas para Mejorar los Procesos.....	81
5.5 Propuesta de Mejora .....	81
5.6 Conclusiones.....	83
<b>Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de Planta .....</b>	<b>84</b>
6.1 Distribución de Planta .....	84
6.2 Análisis de la Distribución de Planta.....	84

6.3 Propuesta de Mejora .....	91
6.4 Conclusiones.....	94
<b>Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo.....</b>	<b>95</b>
7.1 Diseño del Trabajo.....	95
7.2 Satisfacción en el Trabajo.....	97
7.3 Métodos en el Trabajo .....	98
7.4 Medición del Trabajo.....	98
7.5 Propuesta de Mejora .....	98
7.6 Conclusiones.....	102
<b>Capítulo VIII. Planeamiento Agregado .....</b>	<b>103</b>
8.1 Estrategia de Planeamiento Agregado .....	103
8.2 Análisis del Planeamiento Agregado.....	103
8.3 Pronóstico y Modelación de la Demanda .....	104
8.4 Debilidades en el Ajuste de la Demanda .....	104
8.5 Planeamiento de Recursos .....	105
8.6 Propuesta de Mejora .....	105
8.7 Conclusiones.....	107
<b>Capítulo IX. Programación de Operaciones Productivas .....</b>	<b>108</b>
9.1 Optimización del Proceso Productivo .....	108
9.2 Programación.....	111
9.3 Gestión de la Información .....	112
9.4 Propuesta de Mejora .....	112
9.5 Conclusiones.....	114
<b>Capítulo X. Gestión Logística .....</b>	<b>116</b>
10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento .....	116

10.2 La Función de Almacenes .....	120
10.3 Inventarios .....	121
10.4 La Función de Transporte .....	124
10.5 Propuesta de Mejora .....	127
10.6 Conclusiones.....	129
<b>Capítulo XI. Gestión de Costos.....</b>	<b>130</b>
11.1 Costeo por Órdenes de Trabajo .....	130
11.2 Costeo de Inventarios .....	132
11.3 Propuesta de Mejora .....	134
11.4 Conclusiones.....	137
<b>Capítulo XII. Gestión y Control de la Calidad.....</b>	<b>138</b>
12.1 Gestión de la Calidad.....	140
12.2 Control de Calidad.....	142
12.3 Propuesta de Mejora .....	143
12.4 Conclusiones.....	146
<b>Capítulo XIII. Gestión del Mantenimiento.....</b>	<b>147</b>
13.1 Mantenimiento Correctivo.....	149
13.2 Mantenimiento Preventivo .....	150
13.2.1 Planificación.....	150
13.2.2 Programación.....	152
13.2.3 Ejecución .....	152
13.2.4 Cierre de las órdenes de mantenimiento.....	153
13.3 Propuesta de Mejora .....	153
13.4 Conclusiones.....	156
<b>Capítulo XIV. Cadena de Suministro .....</b>	<b>157</b>

14.1 Definición del Producto .....	157
14.2 Empresas de la Cadena de Suministros .....	157
14.3 Descripción de la Tercerización de la Empresa.....	159
14.4 Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumidor Final .....	159
14.5 Propuesta de Mejora .....	160
14.6 Conclusiones.....	162
<b>Capítulo XV. Responsabilidad Social Empresarial .....</b>	<b>164</b>
15.1 Identificación y Análisis de Stakeholders .....	166
15.2 Conclusiones.....	170
<b>Capítulo XVI. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>171</b>
16.1 Conclusiones.....	171
16.2 Recomendaciones .....	173
<b>Referencias.....</b>	<b>177</b>
<b>Apéndice A. Personal entrevistado de UNACEM.....</b>	<b>187</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Productos de UNACEM</i> .....	7
Tabla 2 <i>Pasos que Deben Seguirse para el Análisis de la Estrategia de las Instalaciones</i> .....	8
Tabla 3 <i>Etapas para la Decisión de Ubicación de Planta</i> .....	9
Tabla 4 <i>VARIABLES que Afectan la Decisión de Ubicación de la Planta</i> .....	11
Tabla 5 <i>Factores que Influyen en la Ubicación de la Planta</i> .....	11
Tabla 6 <i>Cuestionario para Confirmar el Diseño del Producto</i> .....	15
Tabla 7 <i>Ventajas y Desventajas de la Distribución de Planta por Producto</i> .....	22
Tabla 8 <i>Estrategias Empresariales para Realizar el Planeamiento Agregado</i> .....	27
Tabla 9 <i>Los 14 Puntos de la Buena Administración</i> .....	39
Tabla 10 <i>Los 14 Pasos de la Calidad</i> .....	39
Tabla 11 <i>Ocho Principios de la Gestión de la Calidad Según ISO 9000:2005</i> .....	40
Tabla 12 <i>Número de Trabajadores Permanente por Turno de Trabajo</i> .....	51
Tabla 13 <i>Capacidad de la Planta UNACEM</i> .....	52
Tabla 14 <i>Matriz de Ponderación de Factores de Ubicación</i> .....	56
Tabla 15 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Especificación de Bolsa de Cemento Sol</i> .....	65
Tabla 16 <i>Zonas de Reacción en el Horno Rotatorio</i> .....	72
Tabla 17 <i>Valores de Capacidad de Proceso por Pitón</i> .....	78
Tabla 18 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Cambio de Sistema Dosificador de Cemento</i> .....	83
Tabla 19 <i>Relación de Actividades</i> .....	86
Tabla 20 <i>Valores Según la Cercanía y Uso de Recursos</i> .....	86
Tabla 21 <i>Hoja de Trabajo para la Fabricación de Cemento</i> .....	89
Tabla 22 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Reubicación de Recepción de Yeso</i> .....	92

Tabla 23 <i>Horas de Capacitación UNACEM</i> .....	98
Tabla 24 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Manuales de Operación en Mantenimiento Eléctrico</i> .....	102
Tabla 25 <i>Producción y Pronóstico de UNACEM del Año 2018</i> .....	106
Tabla 26 <i>Consumo de Bolsas de Cemento por Tipo de Cemento en Planta Atocongo</i> .....	109
Tabla 27 <i>Evaluación de Costos y Beneficios para la Implementación de Mejoras en el Sistema SAP Concernientes a la DEDA y a la DPRA</i> .....	114
Tabla 28 <i>Procedimientos de la Subgerencia de Logística de UNACEM</i> .....	117
Tabla 29 <i>Comparación entre Costos de Gestión de Órdenes de Compra Local e Importada</i> .....	119
Tabla 30 <i>Principales Proveedores de UNACEM</i> .....	121
Tabla 31 <i>Almacenes Techados en Planta Atocongo de UNACEM</i> .....	122
Tabla 32 <i>Vehículos y Carretillas Usadas en los Almacenes de Planta</i> .....	122
Tabla 33 <i>Indicadores Propuestos para la Subgerencia de Logística de UNACEM</i> .....	128
Tabla 34 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Revisión de Inventario de Repuestos</i> .....	136
Tabla 35 <i>Equipos Bajo Control Metrológico</i> .....	142
Tabla 36 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por la Implementación de Cuadro de Mando Integral</i> .....	146
Tabla 37 <i>Distribución de Colaboradores de la Subgerencia de Mantenimiento</i> .....	148
Tabla 38 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Mejoras en Área de Mantenimiento</i> .....	155
Tabla 39 <i>Evaluación de Costos y Beneficios de Implementación de una Extranet Clientes-UNACEM</i> .....	161
Tabla 40 <i>Evaluación de Costos y Beneficios de Implementación de una Extranet Clientes-UNACEM</i> .....	162

Tabla 41 <i>Acciones implementadas en Atocongo en RSE de UNACEM</i> .....	167
Tabla 42 <i>Triple Balance, Impactos y Grupos de Interés de UNACEM</i> .....	167
Tabla 43 <i>Canales de Comunicación con Grupos de Interés</i> .....	168
Tabla 44 <i>Valor económico entre grupos de interés</i> .....	169
Tabla 45 <i>Resumen de Recomendaciones para UNACEM</i> .....	176



## Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ciclo operativo del proceso de fabricación de cemento .....	3
<i>Figura 2.</i> Diagrama de Entrada-Salida – Fabricación de Cemento .....	4
<i>Figura 3.</i> Clasificación de la Empresa.....	4
<i>Figura 4.</i> Matriz del Proceso de Transformación.....	5
<i>Figura 5.</i> Mapeo de Propuesta de Valor .....	6
<i>Figura 6.</i> Cartera de productos UNACEM.....	7
<i>Figura 7.</i> Variables de capacidad .....	10
<i>Figura 8.</i> Factores que influyen en la decisión de ubicación de planta .....	12
<i>Figura 9.</i> Estrategias del proceso.....	16
<i>Figura 10.</i> Planeación de tareas y responsabilidades .....	26
<i>Figura 11.</i> Flujograma del plan agregado.....	27
<i>Figura 12.</i> Metodología de la propuesta de programación de operaciones.....	31
<i>Figura 13.</i> Etapas en la sofisticación de las compras .....	33
<i>Figura 14.</i> Matriz del Portafolio de Compras.....	35
<i>Figura 15.</i> Espiral del progreso de la calidad.....	38
<i>Figura 16.</i> Etapas para la implementación de la Norma ISO 9000 .....	40
<i>Figura 17.</i> Fases en un sistema de riesgos para la cadena de suministros.....	46
<i>Figura 18.</i> Ubicación de canteras de UNACEM.....	49
<i>Figura 19.</i> Vías de acceso a UNACEM.....	50
<i>Figura 20.</i> Balance de aspectos para la ubicación de UNACEM Atocongo .....	54
<i>Figura 21.</i> Área de expansión urbana en el distrito de VMT 1986-2014.....	55
<i>Figura 22.</i> Mapa de procesos de la unidad Atocongo .....	68
<i>Figura 23.</i> Proceso productivo de UNACEM – Planta de Atocongo.....	73
<i>Figura 24.</i> Representación del proceso de envasado manual de cemento.....	76

<i>Figura 25.</i> Diagrama hombre-máquina para el proceso de envasado.....	77
<i>Figura 26.</i> DAP del proceso de envasado de cemento en bolsas de 42.5 kg.....	77
<i>Figura 27.</i> Representación del test de Normalidad. Líneas 1-8.....	79
<i>Figura 28.</i> Distribución del peso de bolsas en cada línea o pitón .....	80
<i>Figura 29.</i> VSM para proceso de despacho.....	82
<i>Figura 30.</i> Distribución física de la Planta Atocongo .....	85
<i>Figura 31.</i> Layout de la Planta Atocongo (Distribución de las áreas productivas y despacho del producto final) .....	87
<i>Figura 32.</i> Diagrama de relaciones para las instalaciones de la Planta Atocongo .....	88
<i>Figura 33.</i> Relación de cercanía (TCR).....	89
<i>Figura 34.</i> Distribución de Planta Atocongo donde se destaca el área de clinkerización .....	90
<i>Figura 35.</i> Agregados para la fabricación de cemento .....	92
<i>Figura 36.</i> Costos de traslado interno de yeso.....	92
<i>Figura 37.</i> Ruta actual y propuesta para el almacenamiento del yeso.....	93
<i>Figura 38.</i> Secuencia de creación de Perfil de Puesto de Trabajo UNACEM .....	96
<i>Figura 39.</i> Resultados de encuestas de clima organizacional.....	97
<i>Figura 40.</i> Secuencia para elaboración de Manuales de Operación.....	100
<i>Figura 41.</i> Diagrama de Pareto para fallas eléctricas en hornos .....	101
<i>Figura 42.</i> Horas de paradas de hornos atribuibles a Producción .....	101
<i>Figura 43.</i> PBI por sectores económicos .....	104
<i>Figura 44.</i> Estadísticas de seguridad en las operaciones 2015–2019 de UNACEM.....	110
<i>Figura 45.</i> Consumo de cemento y el PBI de Construcción.....	112
<i>Figura 46.</i> Organigrama de la subgerencia de logística de UNACEM .....	118
<i>Figura 47.</i> Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo I.....	123
<i>Figura 48.</i> Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo GU .....	123

<i>Figura 49.</i> Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo HS .....	124
<i>Figura 50.</i> Exportaciones de clinker 2018.....	125
<i>Figura 51.</i> Toma fotográfica del sistema transportador tomado cerca al muelle Conchán...	126
<i>Figura 52.</i> Matriz del portafolio de compras propuesto para UNACEM.....	127
<i>Figura 53.</i> Costos de producción de clinker tipo I .....	131
<i>Figura 54.</i> Costos de producción de cemento tipo I.....	131
<i>Figura 55.</i> Margen de producción de cemento tipo I .....	132
<i>Figura 56.</i> Costos de inventarios .....	133
<i>Figura 57.</i> Control presupuestal acumulado de División de Producción Atocongo .....	135
<i>Figura 58.</i> Categorías de repuestos de almacén .....	135
<i>Figura 59.</i> Movimiento de kardex de repuestos eléctricos.....	136
<i>Figura 60.</i> Política de Sistema Integrado de Gestión de UNACEM .....	138
<i>Figura 61.</i> Reporte de objetivo de calidad de mantenimiento mecánico.....	140
<i>Figura 62.</i> Sistema de reporte de ocurrencias y no conformidades.....	141
<i>Figura 63.</i> No conformidades generadas por productos no conformes .....	143
<i>Figura 64.</i> Reporte de logro de objetivo de cantidad de paradas eléctricas 2019 .....	144
<i>Figura 65.</i> Diagrama de Pareto de cantidad de fallas eléctricas no programadas .....	144
<i>Figura 66.</i> Diagrama de Pareto de duración de paradas eléctricas no programadas .....	145
<i>Figura 67.</i> Mapa de Procesos para el Mantenimiento Preventivo en UNACEM – Planta Atocongo .....	151
<i>Figura 68.</i> Análisis de tiempo en la actividad de mantenimiento de analizadores de gases .	154

## Capítulo I. Introducción

Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM) es la empresa productora de cementos más grande del Perú, resultado de la fusión por absorción el año 2012 de la empresa Cementos Lima S.A.A. (ahora planta Atocongo) como absorbente de Cemento Andino S.A. (ahora planta Condorcocha). Cuenta con un portafolio diversificado de productos satisfaciendo de esta manera la demanda de su área de influencia, costa y sierra central del Perú, con sus cementos Portland tipo HS/MH/R, Portland tipo I, Portland tipo GU, Portland tipo IP, Portland tipo IPM, Portland tipo V, mediante un despacho de sus cementos en bolsas o a granel a través de sus distribuidores.

La producción total de cemento alcanzada el año 2018 entre las plantas de Atocongo (Lima) y Condorcocha (Tarma) fue de 5'072,982 t y el despacho total fue de 5'058,142 t, mientras que la demanda a nivel nacional fue de 11'149,000 t. Además, mediante la operación del Muelle Conchán, UNACEM alcanzó una exportación de clinker de 928,343 t, teniendo como principal destino Argentina, en el presente Trabajo de Investigación Final nos enfocaremos en la Planta de Atocongo. Aparte de la producción de cemento en Perú, UNACEM cuenta con empresas subsidiarias que tienen el mismo rubro en Ecuador (UNACEM Ecuador S.A.) y Estados Unidos de América (Drake Cement LLC), y adicionalmente forman parte del grupo otras subsidiarias dedicadas a la producción, distribución y comercialización de concreto premezclado (UNICON S.A., CONCREMAX S.A.), de estructuras pretensadas de concreto (PREFABRICADOS ANDINOS PERU S.A.C.), de generación de energía eléctrica (COMPAÑÍA ELECTRICA EL PLATANAL S.A., GENERACION ELECTRICA ATOCONGO S.A.), entre otras.

### 1.1 Ciclo Operativo

Las operaciones de Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM), se describen a través de un diagrama de entrada-proceso-salida, en las que se identifica que las actividades

que ejecutan cada una de las áreas tienen como fin la comercialización de la gama de cementos obtenidas a partir de etapas como la extracción de la materia prima, chancado primario y secundario, fabricación del clinker, molienda, envase y despacho del producto. La fabricación de estos productos se ejecuta de acuerdo a las especificaciones y composición técnica para cada tipo.

Asimismo, es importante resaltar que UNACEM se soporta en 5 pilares que operan de forma integral y coordinada: (a) el área de comercial y mercadeo responsable del estudio del comportamiento de los mercados y de los consumidores, con el objetivo de captar, retener y fidelizar a los clientes y distribuir el producto terminado a través de los canales de distribución y ventas; (b) el área de operaciones, responsable de la transformación de la materia prima en producto terminado buscando obtener productos que satisfagan las necesidades de los clientes a través de la excelencia operativa; (c) el área de finanzas, responsable de conseguir y administrar los recursos económicos de manera eficiente buscando la mejor rentabilidad en la empresa; (d) el área de logística, responsable de abastecer al área de operaciones los recursos necesarios para la producción; (e) el área de recursos humanos, responsable de soportar y conseguir el capital humano necesario para el proceso de producción.

Identificamos los insumos indirectos:

- Maquinaria
- Herramientas
- Combustibles
- Energía eléctrica
- Agua
- Repuestos.

Y directos:

- Materias primas: caliza, sílice, hierro, yeso, puzolana, aditivos, y escoria

- Empaques: bolsas de papel, y *big bag*.

En la Figura 1 se muestra los pilares de la empresa UNACEM trabajan según el esquema del ciclo operativo presentado, con el propósito de producir los siguientes productos terminados:

- Portland tipo HS/MH/R
- Portland tipo I
- Portland tipo GU
- Portland tipo IP
- Portland tipo IPM
- Portland tipo V

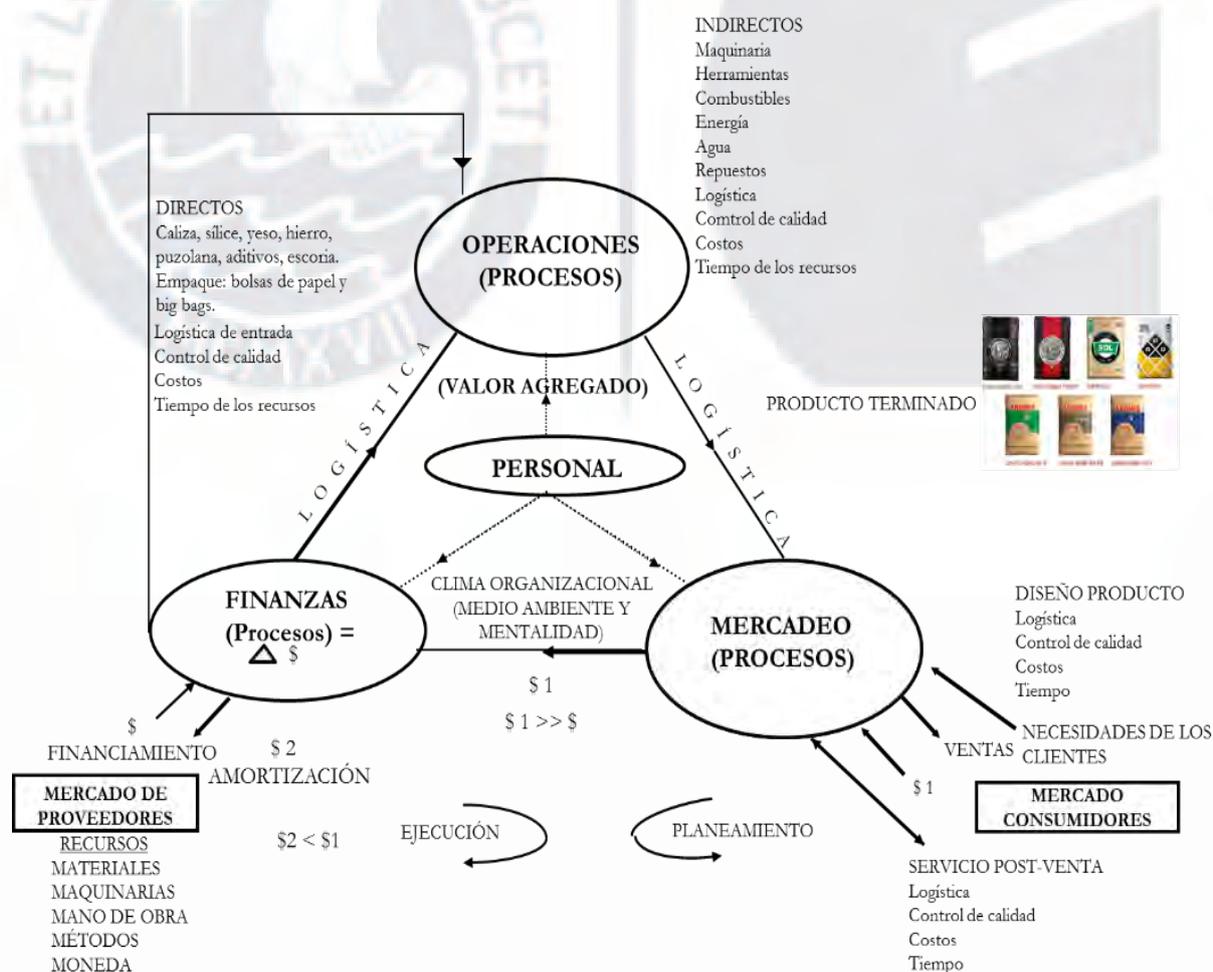


Figura 1. Ciclo operativo del proceso de fabricación de cemento. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 9), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 1.2 Diagrama de Entrada-Proceso-Salida

El principal proceso de UNACEM es la fabricación de cementos, tal como se muestra en la Figura 2.

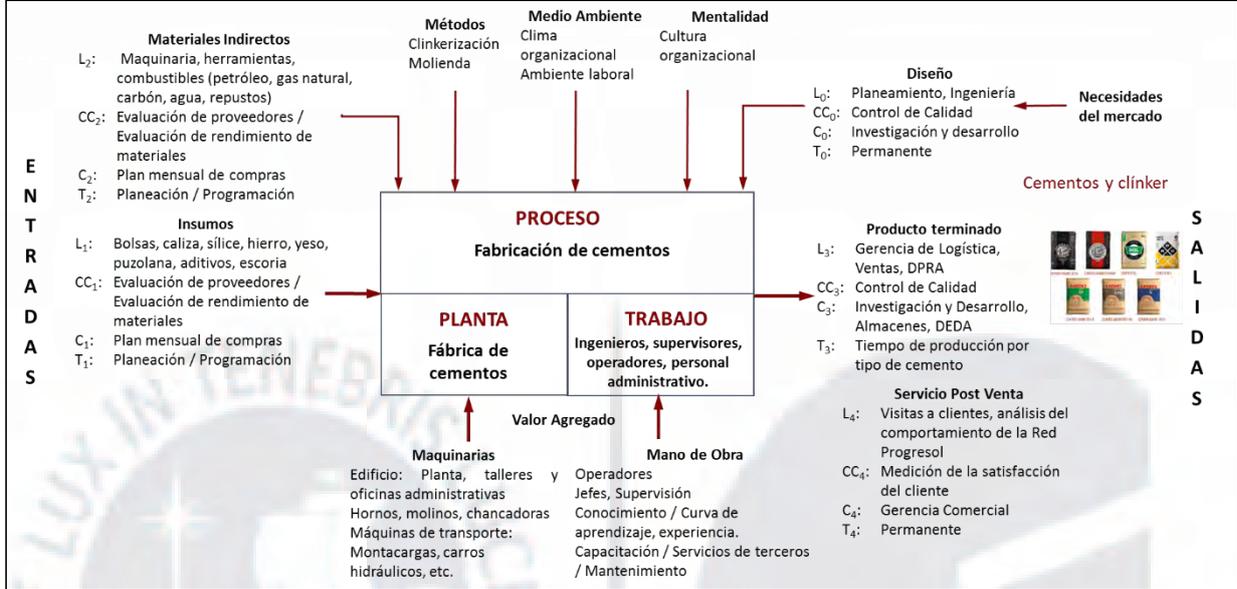


Figura 2. Diagrama de Entrada-Salida – Fabricación de Cemento. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 10), por F. A. D’Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 1.3 Clasificación de la Empresa

UNACEM una empresa productora de cemento (bien físico), se clasifica como una empresa de fabricación por manufactura según lo mostrado en la Figura 3.

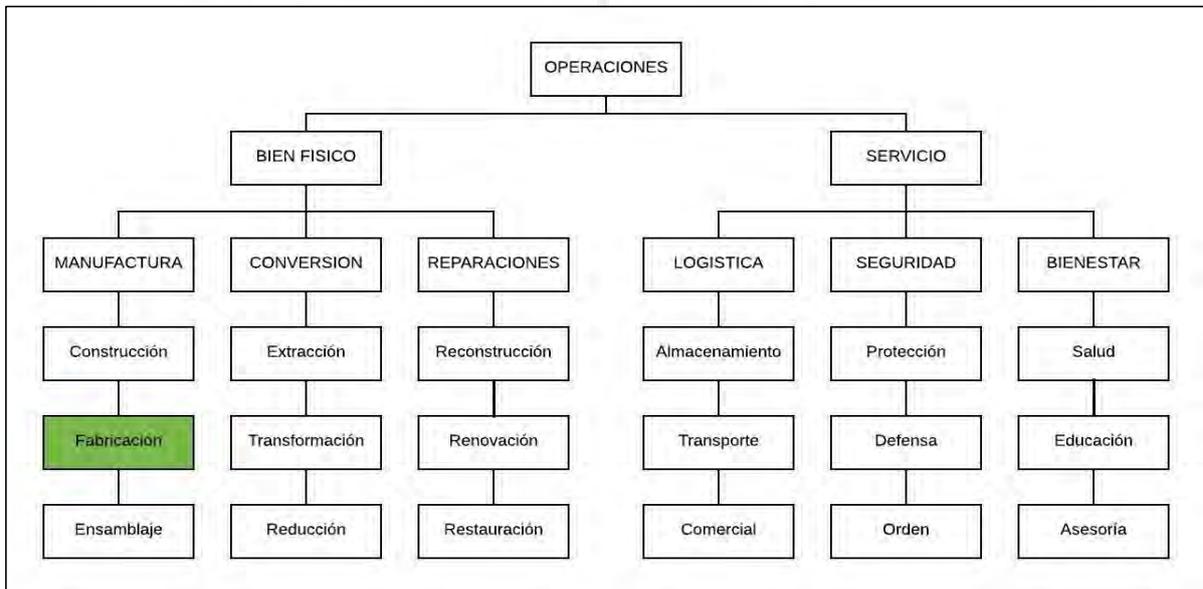


Figura 3. Clasificación de la Empresa. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 28), por F. A. D’Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 1.4 Matriz del Proceso de Transformación

La clasificación según el tipo de proceso de UNACEM es, con respecto al volumen de producción: masivo, y con respecto a la frecuencia del proceso: continuo (línea); tal como se puede observar en la Figura 4; esto debido a que si bien se tiene un flujo continuo de producción, la empresa fabrica más de un tipo de producto con los mismos equipos variando solo el medio específico de almacenamiento (silos).

Repetitividad Tecnología	UNA VEZ	INTERMITENTE	CONTINUO (LÍNEA)
ARTÍCULO ÚNICO			
LOTE			
SERIE			
MASIVO			
CONTINUO			

Figura 4. Matriz del Proceso de Transformación. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 29), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 1.5 Propuesta de Valor de la Empresa

UNACEM está presente en el mercado peruano como la empresa cementera más grande en su rubro y utiliza un sistema de fabricación *make to stock* (MTS). En la Figura 5 se muestra el mapeo de estas prioridades que son el cuerpo de la propuesta de valor de la empresa.

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) tiene una alta calificación dentro del mapeo, representada por los diversos premios que viene ganando la empresa a través de Merco Perú, que es una entidad monitorea empresarial de reputación corporativa. Por otro lado, la innovación también tiene una alta calificación debido a las constantes mejoras que se realizan en la parte tecnológica para optimizar los procesos. Además de estos dos puntos anteriores, la flexibilidad tiene también una alta calificación gracias a la capacidad instalada de las plantas de

UNACEM y a la variedad de productos que se tienen para satisfacer el mercado. Por el lado de la calidad, UNACEM se encuentra por encima de la media de las cementeras, gracias a los buenos resultados de las resistencias iniciales a los 3, 7 y 28 días. El costo, por su lado se encuentra en la media con respecto al resto de cementeras.

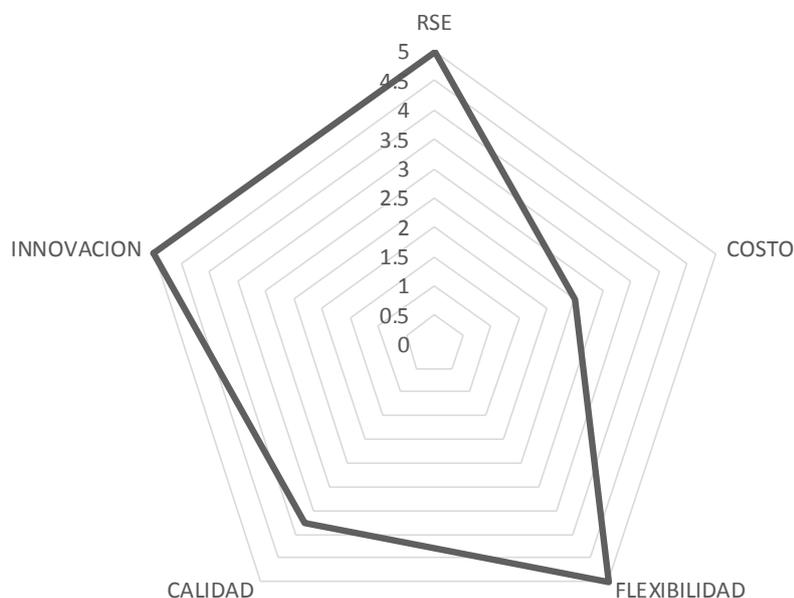


Figura 5. Mapeo de Propuesta de Valor.

Esta información fue recopilada tanto de información pública disponible así como a través de las diferentes reuniones mantenidas con jefes de departamentos, jefes de división, subgerentes y gerentes de la empresa (ver Apéndice A).

### 1.6 Productos Elaborados

Los productos que ofrece UNACEM al mercado se encuentran normados bajo la Norma Técnica Peruana (NTP) y en base a los estándares de la *American Society for Testing Materials* (ASTM), estos productos son distribuidos en bolsas papel de 42.5kg con las marcas que tiene la empresa, y a granel en bolsas conocidas como *big bag* de 1.5 t o directamente en camiones conocidos como bombonas.

Son actualmente 6 tipos de cemento los que produce UNACEM, siendo los mismos cementos Portland tipo HS/MH/R, Portland tipo I, Portland tipo GU, Portland tipo IP, Portland

tipo IPM, Portland tipo V. En la Tabla 1 se muestra los tipos de producto y el nombre comercial de los mismos, mientras que en la Figura 6 se muestra la presentación embolsada de cada uno de estos productos.

Tabla 1

*Productos de UNACEM*

Tipo de producto	Nombre comercial
Portland tipo HS/MH/R	Cemento Andino Ultra HS
Portland tipo I	Cemento Sol
	Cemento Andino Tipo I
Portland tipo GU	Cemento APU
Portland tipo IP	Cemento Andino Tipo IP
Portland tipo IPM	Cemento Andino Tipo IPM
Portland tipo V	Cemento Andino Tipo V

*Nota.* Adaptado de “Brochure Corporativo” por Unión Andina de Cementos S.A.A, Lima, Perú



*Figura 6.* Cartera de productos UNACEM. Adaptado de “Brochure Corporativo” por Unión Andina de Cementos S.A.A, Lima, Perú.

## Capítulo II. Marco Teórico

### 2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

El proceso de definir la ubicación y el dimensionamiento de una planta se convierte en un requerimiento estratégico de toda organización a fin de considerar la optimización de la inversión, ya sea por reducción en costos, tiempos de respuestas en logística y atención al cliente. Las consideraciones que se deben tener en cuenta son variables dependiendo de la industria, por ejemplo, tomando en cuenta la determinación de la estructura, dimensionamiento, diseño interno, sección de equipo y selección de estrategias operacionales. La necesidad de contar con un estudio que permita a las empresas lograr la ubicación y el dimensionamiento adecuado ha sido una necesidad desde la década de los 70 (Hualpa & Suárez, 2013).

De acuerdo a D'Alessio (2012) existen seis pasos que deben seguirse para realizar el análisis para el dimensionamiento de las instalaciones, tal y como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

#### *Pasos que Deben Seguirse para el Análisis de la Estrategia de las Instalaciones*

Paso	Descripción
1	Desarrollo de una medida de la capacidad de planta para las operaciones.
2	Preparación de pronósticos de demanda futura.
3	Determinación de las necesidades de planta.
4	Generación de opciones (cuánto, cuándo, dónde)
5	Evaluación de opciones
6	Decisión integrando la decisión de la estrategia corporativa

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 104), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

Por otro lado, existen etapas que deben tomarse en cuenta a fin de seleccionar una ubicación adecuada para el tipo de proceso productivo que tenga la organización, para ello, Monks propuso los cinco siguientes pasos para guiar esta decisión (ver Tabla 3).

Tabla 3

*Etapas para la Decisión de Ubicación de Planta*

Etapa	Descripción
1	Definir los objetivos de la ubicación y las variables asociadas.
2	Identificar los criterios relevantes de decisión. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativos (económicos)</li> <li>• Cualitativos</li> </ul>
3	Relacionar los objetivos con los criterios relevantes en un modelo de punto de equilibrio, programación lineal y análisis cualitativo ponderado (QFR: <i>Qualitative Factor Rating</i> )
4	Generar la información necesaria y usar los modelos para evaluar las ubicaciones alternativas.
5	Seleccionar la ubicación que satisface mejor los criterios relevantes.

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 104), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 2.1.1 Dimensionamiento de planta

El dimensionamiento corresponde a la estimación del tamaño de una planta a fin de conseguir cumplir con las expectativas futuras de funcionamiento, debiendo tener en cuenta las variables de capacidad, como el nivel de la demanda pronosticada, la capacidad de producción, la tecnología del proceso, el grado de integración vertical, el tipo de máquina a utilizar, el rendimiento del recurso humano, la capacidad financiera, el costo de atender el mercado y a la competencia y la ubicación de la planta, por las características de la zona (Tarazona, 2015), por ello resulta de vital importancia a fin de que no consiga limitar la capacidad proyectada de la empresa. En ese sentido, según D'Alessio (2012) el alto nivel de la organización debe considerar los siguientes aspectos:

- Economías de escala: Indican que cuanto mayor es la capacidad de producción hay mayor probabilidad de reducir el costo por unidad producida, hasta llegar a un punto óptimo.
- Variables de la capacidad: Deben considerarse para el dimensionamiento de la planta 11 variables según D'Alessio (2012) las cuales se muestran en la Figura 7.

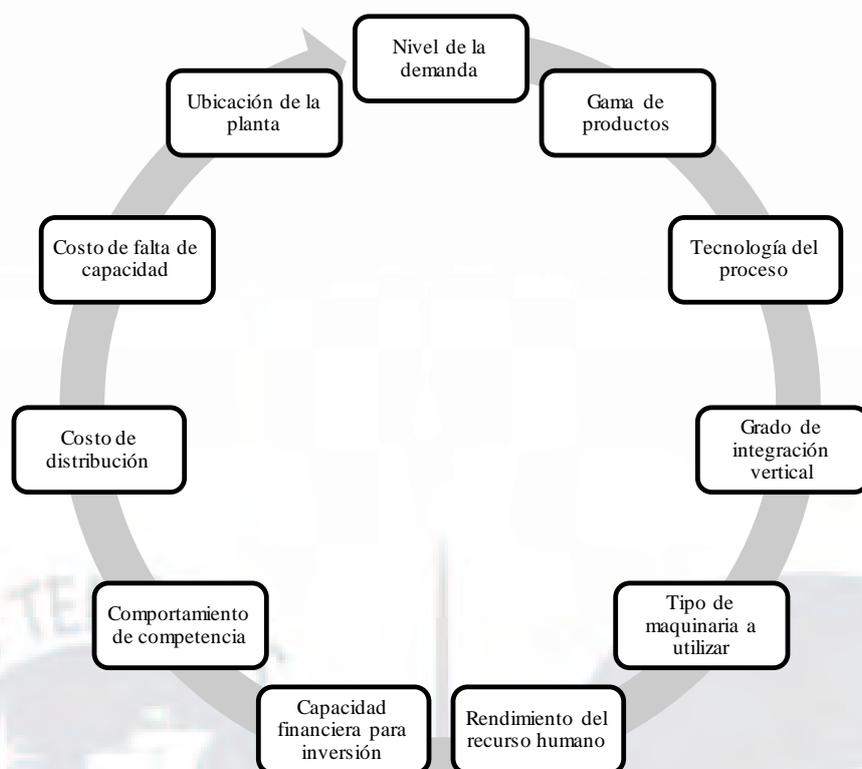


Figura 7. Variables de capacidad. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 105), por F. A. D' Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 2.1.2 Ubicación de planta

Las decisiones de ubicación consideran desde la micro-localización hasta la macro-localización, es decir desde la ubicación precisa de la zona industrial, hasta la ciudad. Es importante considerar una serie de factores que están involucrados en este proceso de selección y que puedan resultar estratégicas y beneficiosas para el desarrollo del negocio, por ejemplo, locaciones como el mercado de consumo, el mercado de abastecimiento, el terreno y transporte; así como factores institucionales, socio-políticos, geográficos y económicos. Existen ciertas variables que afectan estas decisiones, pero también métodos que se enfocan en buscar el ajuste necesario. Según D' Alessio (2012) las explicaciones de los mismos se detallan en la Tabla 4.

**Localización de una planta.** El método empleado es el ranking de factores, que considera tanto aquellos que están relacionados al costo y aquellos que no, los cuales son

ponderados, a fin de seleccionar aquella opción que tenga mayor puntuación de importancia (ver Tabla 5).

Tabla 4

*Variables que Afectan la Decisión de Ubicación de la Planta*

Factores relacionados al costo	Factores no relacionados al costo
Costo del terreno	Características de mano de obra
Costo de equipos y máquinas	Clima Social
Costos laborales	Tipo de zona
Costos de servicios	
Costo de comunicaciones	

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 106), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

Tabla 5

*Factores que Influyen en la Ubicación de la Planta*

Factores
Aprovisionamiento de materias primas
Proximidad con los clientes
Disponibilidad de mano de obra
Calidad de la mano de obra
Proveedores
Características zonales
Incentivos tributarios
Influencias climáticas
Manipulación de materiales
Mercados y competencia
Medios de transporte
Comunicación
Servicios básicos
Eliminación de residuos
Riesgos y peligros
Posibilidades publicitarias

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 107), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

***Localización de múltiples plantas y centro de distribución.*** Se utiliza luego de calcular la capacidad de producción a fin de considerar el menor costo de distribución posible. Para

ello, principalmente podrían considerarse modelos de asignación y transporte, y demandas aleatorias.

- Métodos de ubicación: Existen diferentes métodos cuantitativos y cualitativos para tomar la mejor decisión, y que a su vez sean valorados por el cliente. Para este punto, los métodos más utilizados son el punto de equilibrio para determinar la intersección entre los costos relevantes, fijos y variables, a fin de conseguir la mejor ubicación con el menor costo total posible.
- Factores para la evaluación de la ubicación: Es importante además considerar factores que engloben la situación en su conjunto, tal y como se muestra en la

Figura 8.



Figura 8. Factores que influyen en la decisión de ubicación de planta. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 110), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

## 2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos

El producto, según Abdú (2013), debe ser entendido como un elemento integral que se traduce en satisfacciones a quienes lo demandan, por lo que para poder diseñar un producto es

necesario cumplir con los requerimientos de los clientes para poder cubrir esa necesidad de satisfacción, que no necesariamente viene dada por el producto en sí, sino por el servicio que proporciona. Sin embargo, aun cuando existe diversa literatura sobre el tema, encontramos empresas de diversos sectores son ejemplo de no lograr alcanzar el éxito al introducir al mercado sus productos (Urbig, Bürger, Patzel & Schweizer, 2013). Según Clancy y Krieg (2006), entre el 80% y 90% de los nuevos productos fracasa, lo que genera grandes pérdidas económicas a las empresas debido a la gran inversión que requiere, es por ello que el diseño y planeamiento de productos es un proceso que debe ser llevado a cabo siguiendo una secuencia para evitar que no exista un calce entre los atributos y variables prometidos y la valoración que le dan los clientes.

De acuerdo con D'Alessio (2012), la secuencia del planeamiento y diseño de un producto debe considerar: (a) generación de la idea, (b) selección del producto, (c) diseño preliminar, (d) construcción del prototipo, (e) pruebas, (f) diseño definitivo del producto y su proceso.

Según Huertas y Consolación (2009), la generación de la idea puede venir de fuentes externas, como lo son clientes o la competencia; o de fuentes internas, tales como personal de ventas o departamentos de investigación y desarrollo. Mencionan también que la selección del producto se apoya en herramientas de investigación de mercado transformando especificaciones de desempeño en especificaciones de diseño. Para Vila y Albiñana (2016), en la etapa de diseño preliminar se verán involucradas la mayor cantidad de miembros de diferentes áreas de la organización y es necesario establecer condiciones de confidencialidad de la información. La construcción del prototipo inicial y las pruebas al mismo, no solo sirven para evaluar al producto en cuanto a sus características físicas y de mercado, las cuáles deben cumplir con características de calidad, funcionalidad y estándares de mercado, sino sirven para evaluar a su vez el proceso de producción (Lerma, 2017). Por último, en la Tabla 6 muestra un

cuestionario con preguntas que según Lerma (2017), deben ser respondidas durante la etapa de confirmación del diseño definitivo y proceso del nuevo producto.

Con respecto a los aspectos a considerar dentro del planeamiento y diseño de productos, D'Alessio (2012) propone dos: los aspectos que debe considerar la empresa productora, como los aspectos que considera el cliente. En cuanto a los aspectos que debe considerar la empresa productora, según indican Sorli y Stokic (2009), el modelo de desarrollo de productos del siglo XXI debe contemplar a todas las áreas de la empresa creando equipos multifuncionales, condiciéndose con lo planteado por Barndt y Carvey (como se citó en D'Alessio, 2012) cuando planteaban como aspectos a considerar por la empresa a las características (atributos y variables), tecnología, personal, normativas, posibilidades de fabricación, confiabilidad, mantenibilidad y costo; donde podemos identificar áreas como investigación y desarrollo, marketing, recursos humanos, legal, producción, mantenimiento y finanzas. Por otro lado, los aspectos que considera el cliente vienen dados en base a sus necesidades, y según indican Ulrich y Eppinger (2013), para identificar las necesidades es necesario crear un canal de información que fluya entre mercado y desarrolladores, para de esta manera poder dar soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades del cliente, que según Garvin (1988) son cubierta a través de 8 dimensiones: (a) rendimiento, (b) características, (c) confiabilidad, (d) conformidad, (e) durabilidad, (f) capacidad de servicio, (g) estética, (h) calidad percibida.

De acuerdo con García, Vallejo y Mora (2014), esta calidad debería ser controlada en la actualidad utilizando los fundamentos de la Calidad desde el Diseño (*Quality by Design*), que es una evolución del TQM de Deming y que se soporta en la Gestión de la Calidad de la norma ISO 9001.

Tabla 6

*Cuestionario para Confirmar el Diseño del Producto*

Pregunta
¿Detectó algunos errores o fallas?
Si la respuesta anterior es afirmativa, describa cuán graves o importantes son las fallas.
¿Son notorias las fallas para los consumidores?
¿Qué debe hacerse para corregirlas?
¿Cuánto esfuerzo se requiere para corregirlas?
¿Quién debe corregirlas?
¿De cuánto tiempo dispone para corregirlas?
¿De cuántos recursos de diverso tipo dispone para corregirlas?
¿Cómo evaluará que las fallas hayan sido corregidas?

*Nota.* Adaptado de *Desarrollo de nuevos productos: una visión integral* (p. 200-201), por A. Lerma, 2017, México D. F., México: Cengage Learning.

### 2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso

De acuerdo a Pardo (2012), todas las organizaciones desarrollan procesos para generar los productos y servicios que entregan a sus clientes. Estos procesos que a su vez se diferencian como procesos productivos o procesos de prestación de servicios en las actividades manufactureras y de servicios respectivamente; se pueden definir como un conjunto sistemático de actividades que permiten transformar recursos e insumos en productos que generen valor y que éste sea percibido por el cliente (D'Alessio, 2012).

En dicho contexto, el objetivo del diseño o planeación del proceso es encontrar la manera de producir bienes o servicios que cumplan con los requerimientos de los clientes, con las especificaciones del producto dentro del costo permitido y otras restricciones administrativas. De esta forma, el proceso seleccionado tendrá un efecto a largo plazo sobre la eficiencia y la producción, así como en la flexibilidad, costo y calidad de los bienes producidos (Torres, 2014).

La necesidad de optimizar la gestión de los procesos ha generado una clasificación de estos ya que la selección de los procesos está relacionada con la estrategia del producto, es decir, si está enfocada al proceso o al producto. Para ello existe una amplia variedad de tipologías que consideran determinados criterios en la categorización como podrían ser el

producto o servicio resultante, la tecnología involucrada, el número de etapas o el enfoque operativo (proceso, producto, repetitividad o personalización). El último criterio por enfoque, está relacionado con el volumen de producción y la variedad de productos.

Como se observa en la Figura 9 el enfoque por proceso describe a aquellas actividades dedicadas a la producción de bajo volumen y alta variedad, son actividades que se pueden resumir como “actividades tipo taller”; los procesos repetitivos usan módulos que son partes o componentes que se preparan en forma continua, este tipo de procesos son los que se denominan también como procesos de ensamble; mientras tanto los procesos con enfoque en el producto son procesos de alto volumen de producción, poca variedad y enfocados en el producto ya que las instalaciones y los recursos se disponen y diseñan alrededor de los productos, son lo que se denominan como procesos continuos como los que se realizan en la fabricación de cemento. Finalmente, el enfoque en la personalización masiva está orientado a producir un amplio arreglo de bienes y servicios que deben satisfacer de manera creciente los deseos personales de los clientes.

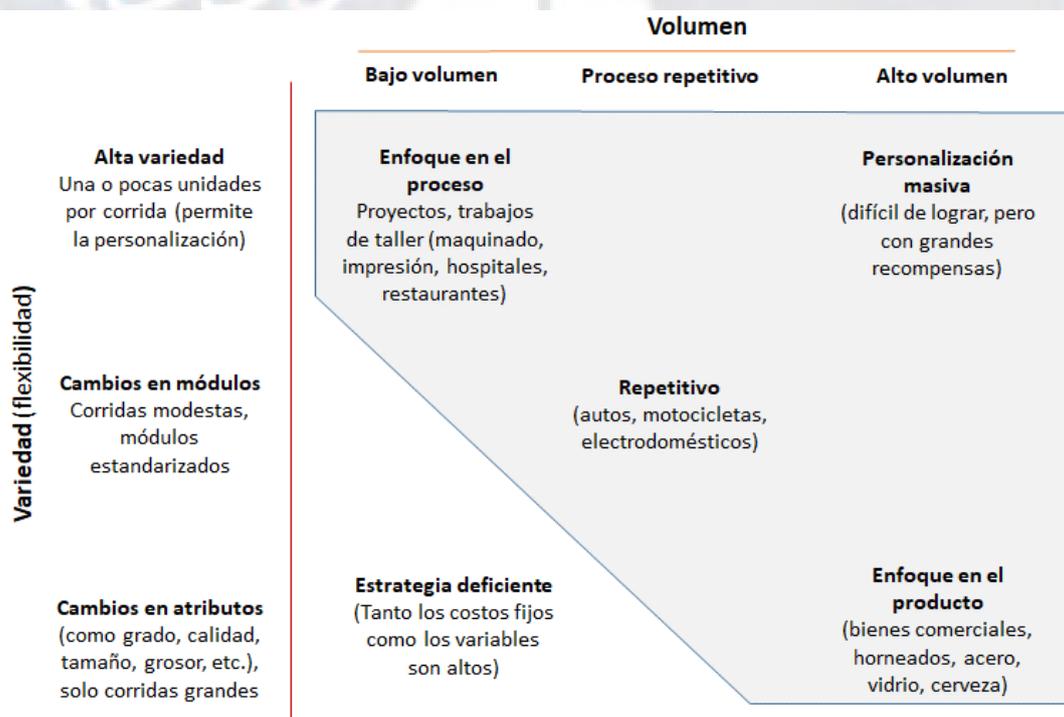


Figura 9. Estrategias del proceso. Tomado de *Principios de Administración de operaciones* (7a ed. Rev., p. 256), por J. Heizer y B. Render, 2009, México DF, México: Pearson. Copyright 2009 por Pearson

De acuerdo a Gaither y Frazier (2008) los principales factores que afectan las decisiones en el diseño de los procesos son los siguientes:

- Naturaleza de la demanda: Los procesos deben tener una capacidad adecuada para producir el volumen de los productos que desean los clientes; por lo tanto, los procesos deben ser lo suficientemente flexibles para expandir o contraer la capacidad para hacer frente a las tendencias de ventas.
- Grado de integración vertical: el planeamiento del proceso debe identificar que parte de la producción de los productos o servicios debe asumir la organización. El grado de integración vertical determina el número de procesos que deben planearse y diseñarse.
- Flexibilidad de la producción: referida a la capacidad de los procesos de responder con rapidez a las necesidades de los clientes, tiene dos vertientes; flexibilidad del producto y flexibilidad del volumen. La flexibilidad del producto es la capacidad que tiene el sistema de producción para realizar con rapidez el cambio de producir un producto por otro. La flexibilidad en el volumen es la capacidad de aumentar o reducir los volúmenes de productos producidos de acuerdo a la variación principalmente de la demanda.
- Grado de automatización: La automatización está orientada a la integración de los sistemas productivos, influye en la eficiencia de las labores de supervisión y control, pero demanda una mayor inversión.
- Calidad del producto: como una herramienta importante para penetrar y permanecer en mercados competitivos.

De acuerdo a Rodríguez, Balestrini, Meleán y Rodríguez (2002), el proceso productivo se caracteriza por ser una combinación equilibrada de una serie de complejas actividades y elementos que comprenden el diseño del producto, la selección del sistema productivo y de la

tecnología, la planificación de la capacidad, la ubicación y distribución de las instalaciones y el diseño de los procesos para la obtención del producto deseado. Además, a ello, mencionan estos autores, que hay que tomar en cuenta otros factores relacionados a la gestión estratégica como es la cadena de valor, la ingeniería de valor, el análisis de valor, el seguimiento de la calidad, el sistema de producción justo a tiempo, entre otros, que permiten la reducción de los costos y la obtención de resultados positivos para las organizaciones.

Es esencial comprender cómo funcionan los procesos para poder asegurar la competitividad de la organización. Un proceso que no satisface las necesidades de la empresa, le impondrá una sanción por cada uno de los minutos que esté operando. El análisis del proceso permite contestar algunas preguntas importantes como: ¿cuántos clientes pueden manejar el proceso por hora? ¿Cuánto tiempo tomará servir a un cliente? ¿Qué cambio necesita el proceso para expandir la capacidad? ¿Cuánto cuesta el proceso? (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009)

Para el análisis de los procesos se emplean herramientas gráficas como:

- Diagramas de flujo, que representan el movimiento de materiales, productos o personas. Tienen como objetivo ayudar a entender, analizar y comunicar un proceso ya que las actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultáneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo. A través de estos diagramas se muestra los elementos básicos de un proceso: las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento. Las tareas se presentan en forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones. Los puntos de decisión son representados como un diamante con diferentes flujos que salen de las puntas del diamante (Chase et al., 2009).

- Diagrama del flujo de valor, *value stream mapping*, es un gráfico que permite ejecutar una observación ampliada en los puntos donde se agrega valor, y donde no se agrega, en todo el proceso de producción, incluyendo la cadena de suministro. En este gráfico no solo se toma en cuenta el proceso, también se incluyen las decisiones administrativas y los sistemas de información que dan soporte al proceso (Heizer & Render, 2009).
- Diagramas del Proceso, que emplean símbolos, tiempo y distancias para proporcionar una forma objetiva y estructurada sobre como analizar y registrar las actividades que conforman un proceso. Permiten enfocar la atención en las actividades que agregan valor. La identificación de las operaciones que agregan valor (al contrario de la inspección, almacenamiento, las demoras y el transporte que no agregan valor) permiten determinar el porcentaje de valor agregado correspondiente a todas las actividades. El reto se orienta a reducir el desperdicio e incrementar el porcentaje de valor agregado (Heizer & Render, 2009).

Por otro lado, la planificación de los procesos desarrolla indicadores para la medición del desempeño. Incluso con estos valores se procede a la comparación de las medidas de una compañía con las de otra, muchas veces llamado *benchmarking*. Las medidas indican a la empresa si se está avanzando hacia una mejoría. Así como las medidas financieras tienen valor para los contadores, las medidas del desempeño de los procesos brindan una ponderación de qué tan productivamente está operando un proceso en la actualidad y de cómo la productividad va cambiando con el transcurso del tiempo (Chase et al., 2009).

#### **2.4 Planeamiento y diseño de la Planta**

De acuerdo a Platas y Cervantes (2015) para lograr el reto de disminuir costos se debe analizar los factores más influyentes como son la capacidad de la maquinaria, las especificaciones de la materia prima, el desempeño de la mano de obra y la ruta y manejo de

los materiales entre otros. Ambos autores señalan que el objetivo de la conformación de la planta es proponer la distribución idónea de la maquinaria, recursos humanos, materiales y servicios de manera que todos estos factores ofrezcan un valor agregado al sistema de producción

De acuerdo a Muther (1970) la distribución de planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación o disposición, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del personal, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios. Una buena distribución de planta busca hallar una distribución de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo las más segura y la más satisfactoria para los trabajadores.

Según Martínez (2004) las ventajas de una buena distribución de planta se traducen en una reducción de costos de fabricación, como resultado de lo siguiente:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores,
- Elevación de la moral y satisfacción de los colaboradores,
- Incremento de la producción,
- Disminución de los retrasos de producción,
- Ahorro de área ocupada,
- Reducción de la necesidad de manejo de los materiales,
- Una mayor utilización de los equipos y la mano de obra,
- Reducción del material en proceso,
- Incremento del ritmo de producción,
- Menor necesidad de supervisión.

En este contexto, Heizer y Render (2009) señalan seis principios básicos a considerar en la distribución de planta:

1. Principio de integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra a los equipos, colaboradores, materiales, actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que predisponga el mayor compromiso entre todas las partes.
2. Principio de la mínima distancia recorrida. A igualdad de condiciones es mejor aquella distribución que permita la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta. A partir de esto se puede desprender la necesidad de colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.
3. Principio de la circulación o flujo de material. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo e modo que cada actividad o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales, complementándose con el principio de la mínima distancia recorrida.
4. Principio del espacio cubico. Es factible la reducción de costos operativos a partir de la utilización efectiva de todo el espacio disponible, tanto vertical como en horizontal. Todos los elementos a ordenar (colaboradores, equipos, materiales, maquinas, etc.) tienen tres dimensiones; y por ello se debe aprovechar todos los espacios más allá de solo el suelo.
5. Principio de la satisfacción y de la seguridad. La satisfacción del trabajador es importante, ello afecta al clima laboral y a la predisposición de las personas.
6. Principio de la flexibilidad. A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser reajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes De acuerdo a Pardo (2012), todas las organizaciones desarrollan procesos para generar los productos y servicios.

Con respecto a la distribución física de las instalaciones, podemos mencionar las siguientes:

- Distribución por posición fija del material,

- Distribución por proceso función,
- Distribución por producto o en línea,
- Distribución para la manufactura celular.

En la Distribución por producto o en línea las actividades de producción se ejecutan en una zona, y el material es el que se traslada al alcance de cada actividad. De esta manera las operaciones mantienen un orden o secuencia, lo que conlleva que los equipos estén ubicados en una posición inmediata adyacente a la siguiente etapa de acuerdo a las operaciones que se realicen. Este tipo de distribución se emplea en actividades de producción continua y con volúmenes altos de producción. En la Tabla 7 se muestran las ventajas y desventajas de la distribución por producto.

Tabla 7

*Ventajas y Desventajas de la Distribución de Planta por Producto*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reducen las actividades de manipulación de los materiales</li> <li>• Se reduce la cantidad de material en proceso</li> <li>• Mayor eficiencia en la mano de obra, mediante una mayor especialización</li> <li>• Mayor facilidad de control de la producción, y del empleo de los recursos</li> <li>• Reduce el congestionamiento de los materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de baja flexibilidad en la ejecución de los trabajos ya que los equipos están concebidos para un determinado tipo de tareas</li> <li>• Mayor inversión de capital</li> <li>• Adecuado para actividades repetitivas</li> <li>• Es un sistema con mayor exposición a las averías imprevistas que pueden paralizar el proceso</li> </ul>

*Nota.* Adaptado de *Planeación estratégica de la planta* (p. 48-49), por A. Martínez, 2004, Nuevo León, México (<https://eprints.uanl.mx/1513/1020146704.pdf>).

En este contexto el flujo de materiales se analiza en función de la secuencia de materiales en movimiento, ya sea materias primas, materiales en proceso o productos terminados, según la etapa del proceso y la intensidad de esos movimientos. Un flujo efectivo es aquel que traslada los materiales a través del proceso, siempre en dirección de su acabado final y sin reprocesos.

Según Platas y Cervantes (2015) el flujo de los materiales está afectado por los siguientes factores:

- Los medios de transporte empleados,
- Número de partes o componentes del producto y operaciones,
- Secuencia de las operaciones,
- Volumen de producción,
- Cantidad y forma del espacio disponible,
- Influencia de los procesos y ubicación de las áreas de servicio,
- Almacenamiento de los materiales.

A través del diagrama de relaciones, o diagrama de Muther, se pueden registrar las relaciones que guardan cada una de las actividades de un proceso productivo. A partir de esta identificación se identifica si la disposición física existente fomenta o no la eficacia con la que fluye la información y los materiales. La idea básica es mostrar las actividades, tanto las que se deben ubicar unas cerca de otras como las que deben colocarse lejos; al mismo tiempo que se califican y se registran todas las relaciones que existen entre estas.

## **2.5 Planeamiento y diseño del Trabajo**

El trabajo es una de las actividades a las que más tiempo se le dedica durante de la existencia de las personas, de acuerdo con Polo, Fernández y Ramírez (2012), el trabajo es una condición que ayuda al estado de salud mental, entendido como bienestar, y no es solo una necesidad, es por ello que el planeamiento y diseño del trabajo cobra importancia pues la satisfacción que se logre en el trabajo tiene una alta correlación con la productividad de las personas (Robbins & Judge, 2009).

Según D'Alessio (2012), el planeamiento y diseño del trabajo comprende las siguientes fases: (a) diseño del trabajo, (b) satisfacción en el trabajo, (c) métodos del trabajo y economía de movimientos, (d) medición del trabajo.

El diseño del trabajo no es solo un listado de tareas, actividades y funciones a ser cumplidas por el trabajador, sino que involucra además responsabilidades, autoridad de cada puesto y es importante que esté correctamente definido pues impactará directamente en la persona de manera favorable, elevando autoestima, generando experiencias de vida; o desfavorable, causando tensión o daño físico o mental (Torres & Jaramillo, 2015), mientras que para Palacios (2016), el diseño del trabajo consiste en encontrar el punto de equilibrio entre las tareas y los métodos que resulten en la cantidad de trabajo esperado, el cual es un punto de vista desde la óptica de planta productiva.

Con respecto a la satisfacción en el trabajo, Gonzales (2001) nos presenta la Teoría de los dos Factores de Herzberg indicando que existen factores considerados determinantes para lograr la mencionada satisfacción, conocidos como factores motivadores, los cuáles están referidos al trabajo en sí mismo. Entre estos factores encontramos el logro, el reconocimiento, el trabajo en sí mismo, la responsabilidad, el progreso y perfeccionamiento. Por otro lado, existen otros factores, conocidos como factores de higiene, que se refieren a las condiciones en las que se realiza el trabajo, y que incluyen las capacidades directivas, relaciones interpersonales, condiciones de trabajo, salario y seguridad.

Los métodos en el trabajo tienen como objetivo determinar cómo se realiza un trabajo, registrando y examinando de manera sistemática la manera que se realizan las actividades con el propósito de definir mejoras que incrementen todos o algunos de los siguientes: (a) rendimiento de los trabajadores, (b) calidad de los productos, (c) servicios resultados del trabajo (Baca et al., 2014).

Según Palacios (2016), la medición del trabajo se basa en el estudio de los tiempos que necesita un operario normal, calificado y entrenado para poder completar su labor en condiciones apropiadas de ambiente, seguridad, herramientas. Por su parte, Ardilla (2016) menciona además que la medición del tiempo busca reducir el tiempo improductivo del

trabajador, pero que por otro lado, el tiempo improductivo de la dirección es pasado por alto. Desde otro punto de vista, Archel y Gómez (2013) mencionan que la medición de tiempos como medida del trabajo es aplicable para productos inventariables generados dentro de la planta, pero que para la producción inmaterial, entendida como la generación de valor a través del conocimiento más allá de una jornada laboral, el tiempo como métrica deja de tener validez debido a que no se encuentran límites definidos entre el tiempo laboral, tiempo de producción y tiempo libre.

## **2.6 Planeamiento Agregado**

Según D'Alessio (2012) el planeamiento agregado es el proceso de planear la cantidad y el tiempo de las operaciones en un horizonte de doce meses con el fin de alcanzar la producción deseada. Por otro lado, para Heizer y Render (2009) el planeamiento agregado busca materializar los planes anuales de la organización en un plan de producción a mediano plazo con una anticipación de 3 a 18 meses, esto se puede visualizar en la Figura 10 en donde se ve la diferencia de las estrategias que puede adoptar la organización, en donde el planeamiento agregado corresponde a la Administración de Operaciones.

Es así que las organizaciones buscan satisfacer la demanda ajustando para ello los índices de producción, mano de obra, inventario, tiempo extra de recursos humanos, entre otras opciones para minimizar los costos. Para ello, requiere de cuatro elementos: (a) Una unidad que permita medir las ventas y producción, (b) pronóstico de demanda, (c) método para determinar los costos y (d) modelo que combine los pronósticos y los costos a fin de tomar la decisión de programación. Según Monsalve (2018) el planeamiento agregado consta de seis objetivos principales:

- Minimización de los costos y maximizar las ganancias,
- Maximización del servicio hacia el cliente,
- Minimización de la inversión del inventario,

- Minimización de la variación de las tasas de producción,
- Minimización de la variación de la fuerza de trabajo,
- Maximización de la utilización de la planta y equipos.

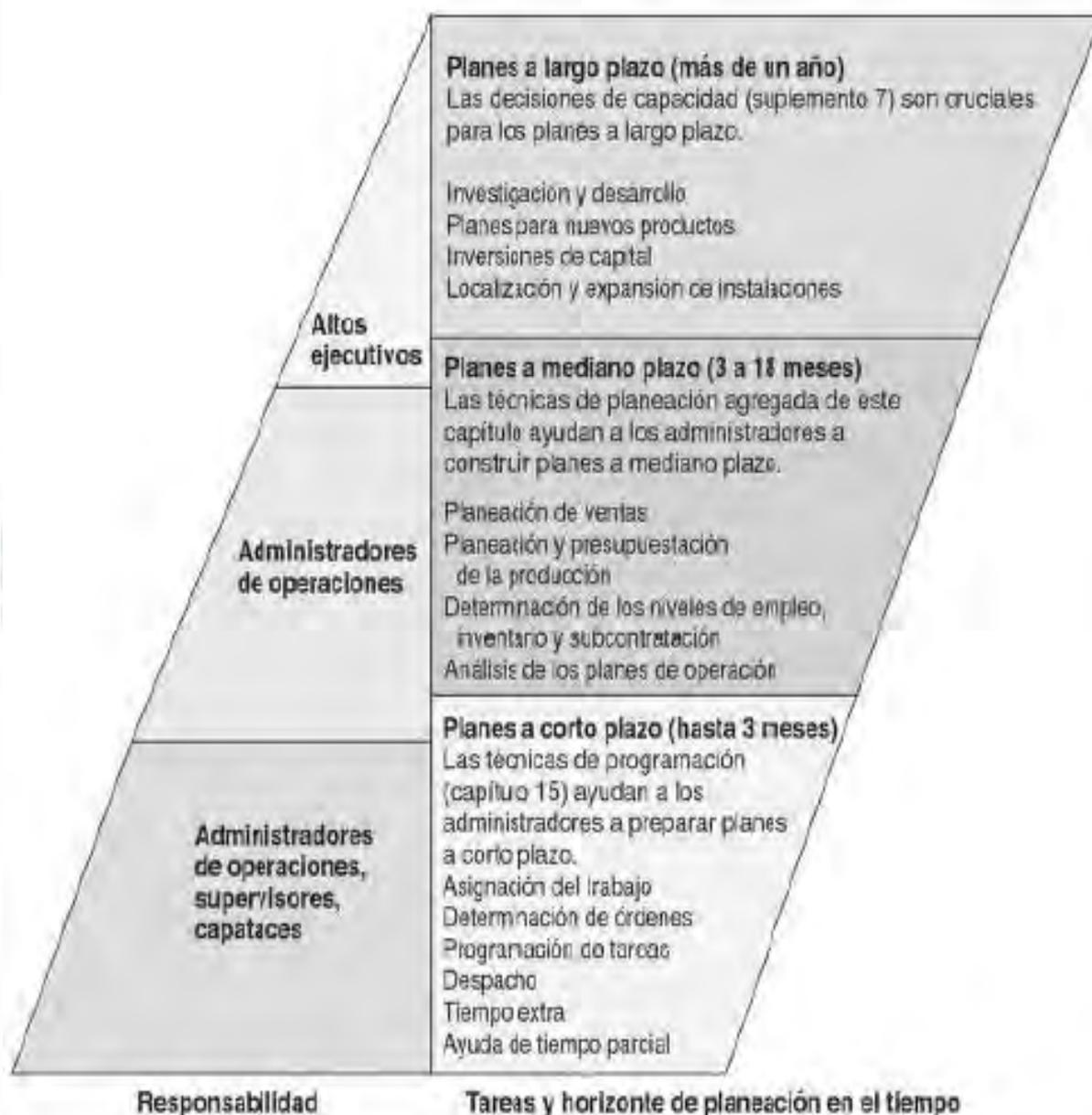


Figura 10. Planeación de tareas y responsabilidades. Tomado de *Administración de Operaciones* (p. 491), por J. Heizer y B. Render, 2009, México DF, México: Pearson.

Según D'Alessio (2012) el planeamiento agregado es una actividad fundamental del área de operaciones, sin embargo, para funcionar de manera efectiva requiere de la cooperación y coordinación de otras áreas de la organización, tales como: finanzas, marketing, recursos humanos y logística (ver Figura 11).



Figura 11. Flujograma del plan agregado. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 107), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima Perú: Pearson.

Según D'Alessio (2012) El objetivo principal del planeamiento agregado es satisfacer a la demanda, estableciendo los niveles de producción y las estrategias de la organización considerando la limitación de los recursos y los mejores costos de la operación. Estos recursos son: (a) el tamaño de la fuerza de trabajo, (b) los niveles de inventario y (c) los niveles de producción. El resultado de esta relación ayudara a la organización a definir la estrategia a utilizar: Conservadora, moderada o agresiva, este detalle se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8

#### *Estrategias Empresariales para Realizar el Planeamiento Agregado*

Estrategia	Características
Estrategia conservadora	Adopta actitud de producción. Efecto <i>Pulling</i> No existe riesgo de stock No existen costos de inventario Costos de producción bajos Pérdidas de oportunidad de venta
Estrategia moderada	Genera costos de reclutamiento, entrenamiento y capacitación. Mantiene fuerza de trabajo adecuando las horas hombre. Genera sólida relación con la fuerza de trabajo Garantiza estándares de calidad No incurre en costos de contratación Adopción inmediata de niveles de producción Agotamiento del trabajador en jornadas prolongadas Mayor número de horas extras
Estrategia agresiva	Mantiene un determinado nivel de producción. Efecto <i>Pushing</i> Ventajas de estrategia moderada Garantiza continuidad en niveles de producción Capacidad de atender pedidos imprevistos Incremento de costos de inventario

Nota. Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 227-229), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

### 2.6.1 Procedimientos para la planeación agregada

Según Krajewski y Ritzman (2000) el proceso de planificación agregada es dinámico y continuo, ya que al ser planes de corto plazo se actualizan de manera periódica; para ello proponen la siguiente estructura de trabajo de 4 etapas.

**Identificar alternativas y restricciones.** Las restricciones son limitaciones físicas como la capacidad de las instalaciones que pueden ser atendidas por un número determinado de empleados, las máquinas que pueden limitar la producción o por último los espacios de almacenamiento son reducidos. Para este punto, se deben considerar ciertos costos:

- Costo del horario regular: Son los salarios de los empleados en horario regular más sus beneficios de ley.
- Costo de horas extras: Se debe identificar la tasa de incremento sobre el horario regular.
- Costos de contrataciones y despidos: En este punto se debe considerar el costo de la nueva contratación, del proceso de selección e incluso el tiempo de aprendizaje que le tomará a esta persona para ejecutar su trabajo. Para el caso de los despidos, se deben tener en cuenta las indemnizaciones, entrevista de salida y el readiestramiento del personal restante.
- Costos de manejo de inventario: Se deben considerar los costos de gestionar las ordenes de pedidos atrasados, así como ventas perdidas y el costo potencial implicado que significa que el comprador prefiera a la competencia.

**Preparación del plan.** Para iniciar debe elaborarse un plan provisional especificando las tasas mensuales de producción, inventario, acumulación de pedidos y la fuerza de trabajo, especificados anteriormente. El plan debe revisarse de acuerdo a las restricciones de costos y se va modificando en base a varias revisiones que deberán realizarse evaluando las diferentes alternativas o cambios propuestos por todos los integrantes de las áreas funcionales.

**Implementación y actualización del plan.** Requiere de compromiso de las gerencias de las áreas funcionales, además se formará un comité de planificación que puede recomendar ciertas modificaciones o actualizaciones para establecer un mejor equilibrio entre los objetivos que sean de importancia. La aceptación en su implementación no significa que todos deben estar de acuerdo, pero si requiere que se comprometan a seguir el plan de ejecución del mismo.

**Técnicas para la planeación agregada.** Existen diversas técnicas para la elaboración del planeamiento agregado, entre las más utilizadas se encuentran:

- Prueba y error: Determina el número de productos a elaborar bajo ciertas condiciones, así como los costos asociados al plan a través de la definición de varios planes agregados y seleccionar aquel que tenga menor costo.
- Programación lineal: Es una técnica de optimización que parte de una función objetivo y brinda el resultado que mejor maneja la presencia de las restricciones.

## **2.7 Programación de Operaciones Productivas**

La programación de la producción constituye una respuesta operativa en la optimización de la producción de un bien o servicio (Ortiz-Triana & Caicedo-Rolón, 2015) que puede considerarse como la puesta en marcha de la etapa de planificación de las operaciones ya que convierte toda la información sobre las instalaciones, personal, plan agregado y programa maestro en una serie de tareas y asignaciones específicas para los recursos productivos tales como personal, materiales y máquinas, de una instalación industrial (D'Alessio, 2012). Una correcta planificación se lleva a cabo por un conjunto de actores que se interrelacionan entre sí; es gracias a esta participación coordinada que esta función cumple su objetivo (Báez, 2007). Ortiz-Vargas y Montoya-Torres (2012) manifestaron que la programación de las operaciones tiene un estrecho vínculo e influencia en la cadena de suministro de la empresa, razón por la cual debe desarrollarse un ambiente colaborativo que permita extender y perfeccionar los planes de producción de tal forma que la información fluya en un sistema compacto como un

todo. Sin embargo, como señalan estos autores, no se trata de simplemente compartir cualquier información, siendo necesario saber qué información compartir y cuál es el impacto de hacerlo.

Ramírez, Torné y Orejuela-Cabrera (2012) señalan que en el proceso de planeación y control de la producción existen tres niveles jerárquicos para la toma de decisiones: (1) decisiones estratégicas o de largo plazo, como la selección de la tecnología a usar para un proceso determinado y la determinación de las dimensiones y ubicación de las instalaciones, (2) decisiones agregadas o de mediano plazo, como el establecimiento del programa maestro de producción (MPS por sus siglas en inglés) y la planeación de los requerimientos de los materiales (MRP por sus siglas en inglés), y (3) decisiones operativas o de corto plazo, que incluyen las decisiones operativas del día a día de la programación de las operaciones, la asignación de recursos, secuencia de trabajos, coordinación con las áreas de mantenimiento de la planta, entre otros.

Así, Ramírez et al. (2012), proponen una metodología para la programación de las operaciones. Como se observa en la Figura 12, se debe partir del cálculo de los requerimientos de materiales a partir del Programa Maestro de Producción donde se desagregan las materias primas y el tiempo en el que serán requeridas según la lista de materiales y el registro de inventarios con los que se cuenta para una industria específica.

Seguidamente, se lleva a cabo la programación de las operaciones necesarias para cumplir con el Programa Maestro de Producción donde se deben de considerar tres aspectos fundamentales:

- Asignación de recursos para el envío de materiales desde la zona de almacenamiento (silos, rumas, canteras, etc.),
- Cantidad de materias primas a enviar por los recursos, y
- Secuencia en la que se enviarán los materiales teniendo en cuenta que los cambios en las materias primas generan tiempos de alistamiento.



*Figura 12.* Metodología de la propuesta de programación de operaciones. Tomado de “Programación De Operaciones Para El Llenado De Tolvas Dosificadoras en Una Empresa De Concentrados”, por G. Ramírez, M. Torné y J. Orejuela-Cabrera, 2012, *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), p. 166.

Una vez se cuentan con estos datos se lleva a cabo la programación de las operaciones en dos fases cada cual con objetivos específicos como sigue:

- Fase 1: determina el inventario mínimo inicial con el que se debe contar a fin de que el sistema opere sin paros dada la capacidad del sistema y los picos de demanda para un producto específico.
- Fase 2: toma como datos de entrada los valores obtenidos de inventario inicial buscando la minimización de los costos de alistamiento y mantenimiento de inventario cumpliendo con la demanda de los materiales en los distintos periodos de tiempo.

De esta manera, Ramírez et al. (2012), utilizan un modelo de programación variando funciones objetivo y algunas características en las restricciones cuyas características son:

- Supuestos conocidos: Programa maestro de producción, lista de materiales, velocidades de llenado y transporte, capacidades y tiempos de alistamiento. Se debe satisfacer plenamente la demanda.

- Restricciones: de demanda, de capacidad, de asignación, funcionales entre las variables y obvias.
- Funciones objetivo: minimización del inventario inicial y minimización de los costos de mantenimiento del inventario y de alistamiento.

## 2.8 Gestión Logística

El concepto de cadena de suministro ha sido estudiado desde dos perspectivas: la función de compras (administración del suministro) y la logística (transporte, distribución, almacenamiento y gestión de los inventarios) (Tan, Handfield, & Krause, 1998). En esta misma línea, Mendoza y Polanco (2016) manifestaron la importancia del abastecimiento estratégico como un proceso que funciona en la medida que tenga información consistente y fluida desde el aprovisionamiento hasta información del mercado en ambos sentidos. Esta información permite a su vez que las áreas administrativas de la empresa programen los flujos de efectivo que permitan que la operación pueda cumplir con los niveles de servicio ofrecidos al cliente.

La función de compras es de suma importancia para la factibilidad financiera de una operación productiva, por ello, se requiere implementar estrategias que aseguren obtener las mejores condiciones de negociación con los proveedores (Gangurde & Chavan, 2015). Parte de lo que llamamos abastecimiento estratégico está constituido por el proceso de negociación, al respecto los compradores llevan a cabo la coordinación de actividades clave en la gestión del suministro, analizando las variables de costo de los productos, tiempos de entrega, cronogramas de embarque, selección del medio de transporte, descuentos por volumen, servicio postventa y niveles de calidad ofrecidos por cada proveedor (Narsimham & Ungarala, 2016).

Como parte del abastecimiento estratégico, Peter Kraljic expuso en 1983 una forma de clasificar estratégicamente a los proveedores, para ello definió cuatro etapas para este fin:

1. Clasificar a los proveedores: como se puede ver en la Figura 13, los productos se clasifican de acuerdo a su impacto en la utilidad de la empresa, el mismo que depende de los volúmenes de compra, porcentaje del costo de la compra sobre el costo del producto y el impacto de la calidad de las compras en el crecimiento del negocio, y el riesgo de abastecimiento que está determinado por el número de proveedores, número de demandantes, oportunidades de compra o fabricación, riesgos de almacenamiento y posibilidades de sustitución o reemplazo.

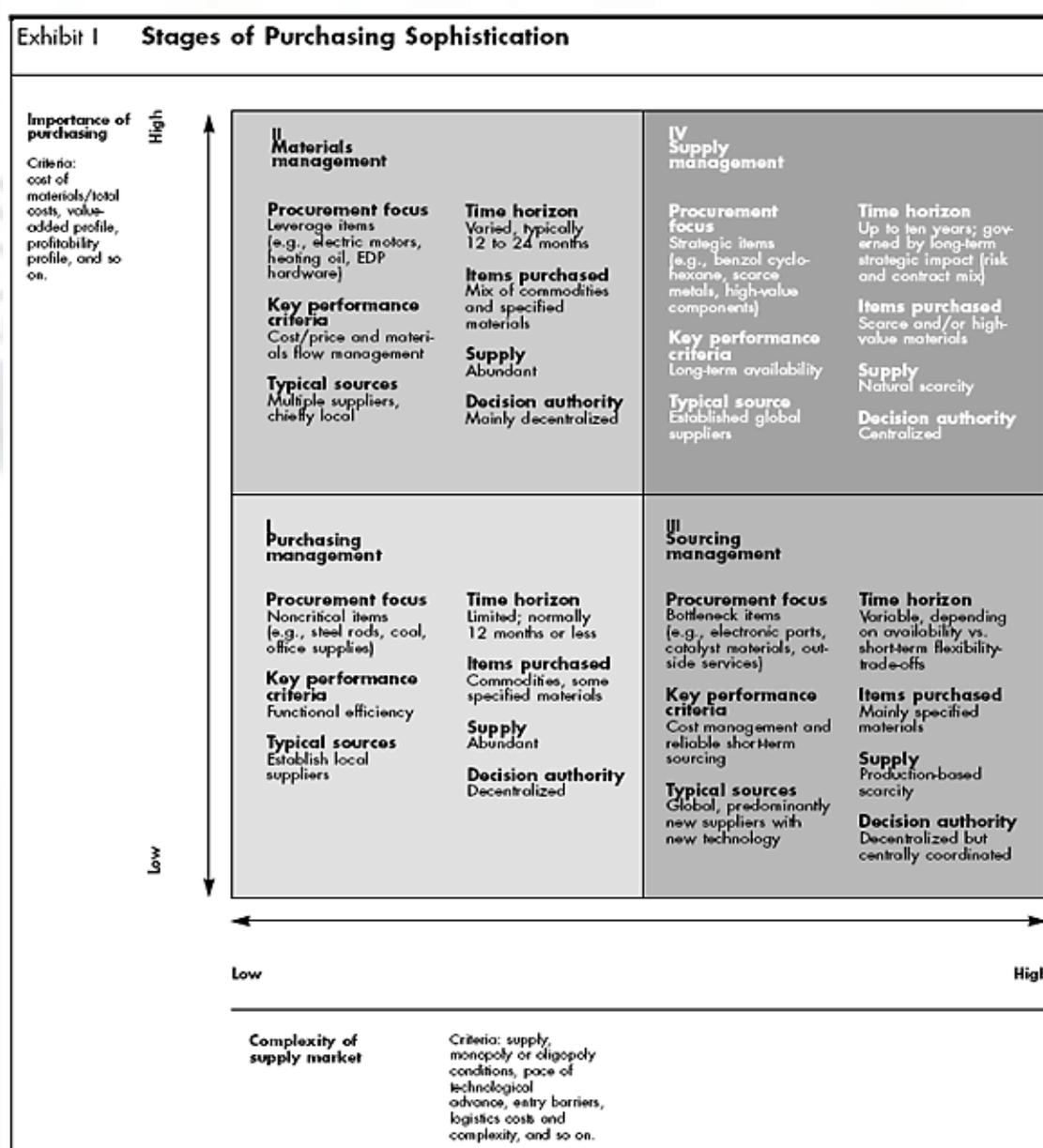


Figura 13. Etapas en la sofisticación de las compras. Tomado de "Purchasing must become supply management", por P. Kraljic, *Harvard Business Review*, 61(5), p. 109-117, Copyright 1983 por Harvard Business Publishing. Reproducida con autorización.

2. Analizar el mercado: en esta etapa la empresa debe analizar su poder de negociación en comparación con la de sus proveedores midiendo para ello la oferta del mercado evaluando el acceso a materiales estratégicos en términos de calidad y cantidad y la fortaleza relativa de los proveedores existentes.
3. Posicionamiento estratégico: la compañía determina la ubicación de los productos estratégicos definidos en la primera etapa en la matriz del portafolio de compras como se muestra en la Figura 14, con la finalidad de determinar áreas de oportunidad y vulnerabilidad, riesgos de abastecimiento y acciones estratégicas para estos productos.

Esta matriz grafica el poder de la compañía versus el poder del mercado de abastecimiento compuesto por todos los proveedores estratégicos para un mismo producto definido previamente como tal. Es usado para definir estrategias específicas ante los proveedores. En esta matriz se observan tres áreas específicas: (1) la de explotación, donde la compañía tiene mayor poder que los proveedores en la cual se pueden conseguir una amplia reducción de precios y generar acuerdos comerciales de precios, (2) la de diversificación, donde el poder de negociación de la compañía es bajo y el del proveedor fuerte. Es en estos cuadrantes donde la compañía debe buscar productos sustitutos o nuevos proveedores con el fin de diversificar el riesgo, y (3) la de balance, donde se encuentra un equilibrio de poderes entre la compañía y el mercado, siendo aquí necesario optar por estrategias específicas que no perjudiquen la relación con los proveedores.

4. Planes de acción: cada uno de estos tres cuadrantes estratégicos debe ser evaluado en cuanto a volúmenes de compra, precios, selección de proveedores, productos sustitutos, políticas de inventario, entre otros.

Así, la aplicación de la matriz de Kraljic permite determinar tácticas por tipo de producto permitiendo asegurar un abastecimiento oportuno en condiciones óptimas para la empresa (Narsimham & Ungarala, 2016).

Por otra parte, la función de inventarios juega un rol importante en la respuesta que la empresa da al mercado para cumplir con la demanda requerida, (D'Alessio, 2012), así como el abastecimiento oportuno al área productiva y demás áreas de soporte como mantenimiento y servicios de una instalación productiva. Por ello, se debe asegurar un correcto control y supervisión de los inventarios según la estrategia adoptada por la empresa y la naturaleza propia del producto siendo necesario llevar a cabo mediciones que permitan determinar valores críticos como el valor promedio del inventario agregado, el tiempo de aprovisionamiento y la rotación de inventarios.

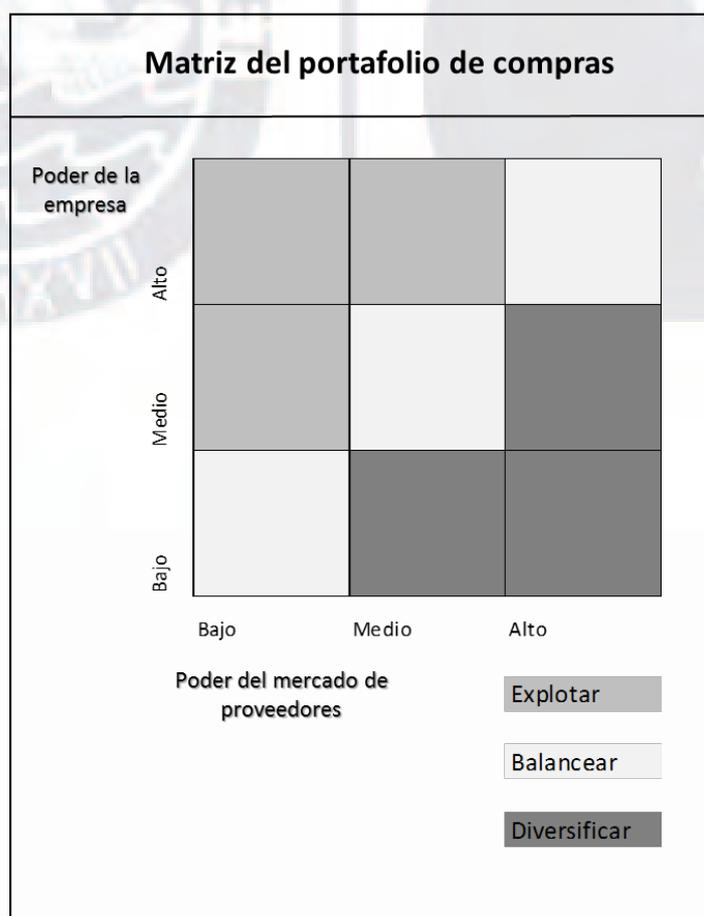


Figura 14. Matriz del Portafolio de Compras. Tomado de “Purchasing must become supply management”, por P. Kraljic, *Harvard Business Review*, 61(5), p. 112, Copyright 1983 por Harvard Business Publishing. Reproducida con autorización.

## 2.9 Gestión de Costos

Según Horngren, Datar y Rajan (2012) la contabilidad de costos “mide, analiza y reporta información financiera y no financiera relacionada con los costos de adquisición o uso de los recursos dentro de una organización”, definiendo el costo como un “sacrificio de recursos para lograr un objetivo específico”. La administración de estos costos produce información para los usuarios internos de una empresa, sirviendo para determinar costo de productos, clientes y proveedores, además de servir para la planeación, control, mejora continua y toma de decisiones (Avolio, Hanse & Mowen, 2018).

De acuerdo con Irrazábal (2010), un sistema de costos debe satisfacer tres funciones fundamentales: (a) valorización de existencias, (b) control operacional y (c) costo del producto. En este sentido, el sistema de costos por órdenes de trabajo busca recopilar información de los tres elementos del costo de producción (materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos) por tareas o lotes, donde el costo unitario de producción será el resultante del cociente entre el costo total de producción y el total de unidades producidas en cada orden (García, 2014).

Por otro lado, según Chambergo (2014), tenemos además del sistema de costos por orden de trabajo, el sistema de costos por procesos; el cual se aplica a industrias de producción continua donde la acumulación de costos de los 3 elementos del costos de producción se ejecuta por procesos, en una base de tiempo (diaria, semana o mensual), se utiliza un informe de costos de producción para resumir la inversión en cada proceso, y donde los costos de acumulan y transfieren de un proceso a otro. Avolio, Hanse y Mowen, (2018), mencionan que el sistema de costos por procesos es similar al sistema de costos por órdenes de trabajo, teniendo sus diferencias en que el primero acumula los costos por cada orden de trabajo y el segundo por cada proceso, y además en que el primero en que el primero utiliza una sola

cuenta de producción, mientras que el segundo utiliza una cuenta por cada uno de los procesos (centros de costos).

Por su lado, Cuervo (2013), menciona que los modelos de costos tradicionales fueron diseñados en momentos que las empresas no tenían una amplia cantidad de productos y donde los costos directos eran más significativos que los indirectos a diferencia de los tiempos actuales donde existe un alto grado de automatización. Es por ello que nació en los años 80 el costeo basado en actividades, el cual buscaba mejorar la asignación de estos costos indirectos para que no dependan del volumen de producción, cubriendo la deficiencia del sistema de costeo normal, donde se genera un subsidio de los productos que tienen mayor volumen de producción hacia los costos de los productos de menor volumen de producción (Ugalde, 2011).

## **2.10 Gestión y Control de Calidad**

Según D'Alessio (2012) el concepto de calidad involucra a toda la organización y debe estar presente en todas las etapas de la operación, desde el personal hasta el servicio post-venta. Juran, uno de los padres de la calidad, en 1990 le dio importancia al establecimiento de la calidad en las organizaciones a fin de que pudieran reducir las deficiencias en los procesos. En aquella época, las empresas estaban teniendo inconvenientes principalmente en la pérdida de ventas debido a la calidad del producto, costos de la mala calidad como quejas de clientes por productos defectuosos, y las amenazas de la sociedad que debía invertir tiempo y dinero adicional en la reparación de los equipos dañados que adquirían. Para Juran (1990) la definición de calidad la resume en la adecuación al uso, y establece un espiral de progreso (ver Figura 15) que muestra una secuencia de actividades para colocar un producto en el mercado, en donde las áreas de la organización se relacionan entre sí, atendiendo a clientes internos y externos mediante una trilogía de procesos de gestión: (a) planificación de la calidad, (b) control de la calidad y (c) mejora de la calidad.



Figura 15. Espiral del progreso de la calidad. Tomado de *Juran y la planificación para la calidad* (p. 5), por J. M. Juran, Copyright 1990, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. Copyright 1990 por Ediciones Diez Santos. Reproducida con autorización.

Por otro lado, se encuentra Deming, a quien se le atribuye la revolución de la calidad japonesa luego de la Segunda Guerra Mundial, y la invención del *Total Quality Management* (TQM) o Gestión de la Calidad Total que inicialmente estuvo basada en el control de calidad de los procesos productivos a través de la estadística para adecuar medidas de control para reducir las desviaciones. Principalmente adoptó los 14 puntos de la buena administración para esta medida, detallados en la Tabla 9.

Para Deming, hay que lidiar con los principales obstáculos que impiden una gestión de buena administración, por lo que es importante considerar la toma de decisiones a través de la información obtenida del proceso, como longitud, tiempo, volumen de ventas, entre otros, y mostrarlas de manera gráfica para evaluar la calidad del proceso y permita su comparación para conseguir el círculo de mejora continua (D'Alessio, 2012). Siendo estos: (a) Diagramas causa-efecto, (b) diagramas de flujo, (c) diagrama de Pareto, (d) gráficas de tendencia, (e) histogramas, (f) diagramas de dispersión, y (g) gráficas de control.

Tabla 9

*Los 14 Puntos de la Buena Administración*

Punto	Descripción
1	Generar propósitos constantes para mejorar los productos y ser más competitivos
2	Adoptar la nueva filosofía del mejoramiento incesante
3	No depender más de inspecciones masivas, usar muestras estadísticas
4	Acabar con los contratos de compra basados exclusivamente en el precio y reducir el número de proveedores
5	Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicio
6	Instituir la capacitación y el entrenamiento en el trabajo
7	Instituir el liderazgo y mejorar la supervisión del mejoramiento
8	Desterrar los temores
9	Mejorar la comunicación y derribar las barreras que existen entre las áreas de la organización
10	Eliminar los lemas, las exhortaciones y las metas numéricas para la fuerza laboral y mejorar la productividad
11	Eliminar las cuotas numéricas
12	Derribar las barreras que impidan sentirse orgulloso de hacer bien su trabajo
13	Instituir un programa de educación y de reentrenamiento
14	Tomar medidas para lograr la transformación

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 359), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

Crosby, en su publicación de 1979, *La Calidad No Cuesta*, señala también que al mejorar la calidad los costos totales serán reducidos, introduciendo la filosofía de cero defectos. El también adoptó 14 pasos de la calidad, mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10

*Los 14 Pasos de la Calidad*

Punto	Descripción
1	Compromiso con la gerencia
2	Equipos de mejoramiento de la calidad
3	Mediciones
4	El costo de la calidad
5	Difusión de la calidad
6	Acciones correctivas del pasado
7	Planeamiento de cero defectos
8	Educación de los empleados
9	El día de los cero defectos
10	Establecimiento de metas
11	Remover las causas de los errores
12	Reconocimiento
13	Consejo de calidad
14	Hacerlo de nuevo

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 368), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

En respuesta a esta necesidad de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios surge la Organización Internacional de Normalización ISO, que desarrolla y actualiza

las normas internacionales aceptadas en el mundo (D'Alessio, 2012), siendo, para el caso de la calidad la Norma ISO 9000, en la Tabla 11 se muestran los ocho principios de la gestión de calidad de esta norma.

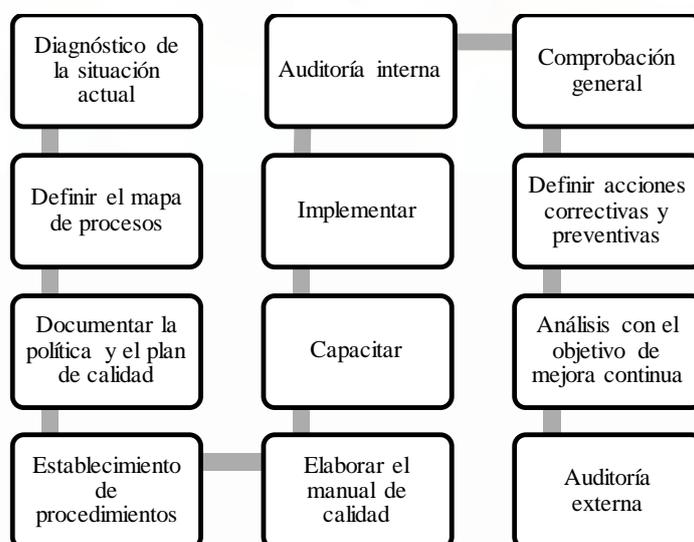
Tabla 11

*Ocho Principios de la Gestión de la Calidad Según ISO 9000:2005*

Principio	Descripción
1	Enfoque en el cliente
2	Liderazgo
3	Participación del personal
4	Enfoque basado en procesos
5	Enfoque de sistema para la gestión
6	Mejora continua
7	Enfoque basado en hechos para la toma de decisión
8	Relaciones mutuamente beneficiosas entre proveedores

*Nota.* Adaptado de *Administración de las operaciones productivas* (p. 373), por F. A. D'Alessio, 2012, Lima, Perú: Pearson.

Según D'Alessio (2012) los principales beneficios que ofrece la norma ISO 9000 son: (a) Mejor diseño y calidad del producto, (b) mejor calidad del proceso, (c) reducción de desechos, rectificaciones y quejas de los clientes, (d) utilización eficaz de recursos, (e) creación de conciencia de calidad y satisfacción de trabajadores, (f) mejoramiento de la confianza en los clientes, (g) mejorar la imagen y credibilidad de la organización. Los pasos para su implementación se resumen en 12 puntos a considerar (ver Figura 16).



*Figura 16.* Etapas para la implementación de la Norma ISO 9000. Adaptado de “Escuela europea de excelencia”, 2016 (<https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2016/08/etapas-correcta-implementacion-de-la-norma-iso-9001/>).

## 2.11 Gestión del Mantenimiento

El Mantenimiento puede ser definido como el conjunto de actividades, técnicas y administrativas, ejecutadas durante el ciclo de vida de un objeto, instalación, equipo o medio de transporte para preservarlo. Ello permite preservar el valor de dicho activo, entendiéndose el valor como su confiabilidad, disponibilidad y productividad (Al-Turki, Ayar, Yilbas & Ziyaettin, 2014). De acuerdo a Larrea, Nuela, Redrobán, Calderón, Tenicota y Arregui (2018); en el contexto de dicha definición sostienen que la gestión del mantenimiento posee los siguientes atributos:

- La garantía de un número definitivo de horas aprovechables de funcionamiento de planta en condiciones de calidad, seguridad y costo exigidos.
- La ejecución de listas de los equipos disponibles que componen el proceso de producción.
- La asignación de códigos a cada uno de los equipos disponibles.
- La confección de fichas técnicas de cada equipo inventariado.
- La creación de planes de mantenimiento para los equipos.
- La asignación de trabajos de mantenimiento solicitados.
- La creación de una lista de herramientas, repuestos y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- La ejecución de órdenes de trabajo del mantenimiento programado.
- La generación de informes.

La Gestión eficiente del mantenimiento de los activos que aprecie los atributos mencionados generará ventajas para la organización que se manifestaran en:

- Producción de productos de calidad aceptables y apreciados por el mercado.
- Aprobación de los consumidores en los tiempos de entrega del producto.

- Disminución de los riesgos de accidentes de trabajo provocados por el mal estado de los equipos.
- Disminución de costos generados por paradas del proceso productivo cuando se producen reparaciones inesperadas.
- Detección de fallas derivadas del deterioro de piezas permitiendo su conveniente programación de reemplazo.
- Impide daños irreversibles a los equipos.

De acuerdo a Duffuaa y Raouf (2015), el mantenimiento consta de las siguientes etapas:

- Examen de la situación presente: En esta etapa se identifica el propósito, estrategia y compromiso de mantenimiento. Para ello se acopia y genera información sobre el histórico de fallas, manual de fabricantes, indicadores de tiempo entre fallas y tiempo de reparación, presupuesto e impacto económico de las fallas.
- Jerarquización de los equipos: En esta etapa se procede a clasificar los equipos en función a su criticidad, a su mayor o menor impacto en el sistema productivo.
- Definición de planes de mantenimiento y demanda de recursos.
- Planificación del mantenimiento.
- Estimación y control del cumplimiento del mantenimiento.
- Estudio del ciclo de vida y de la posible modificación de equipos.

Existen dos tipos de mantenimiento: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo (Al-Turki, Tahir, Bekis & Ziyaettin, 2014). De acuerdo a Heizer y Render (2009) el mantenimiento preventivo implica realizar inspecciones y servicios rutinarios. Estas actividades buscan asegurar un sistema que sea capaz de detectar posibles fallas o interrupciones del proceso productivo. El alcance del mantenimiento preventivo es incluso el de diseñar sistemas humanos y técnicos para mantener operativo el sistema productivo.

Mientras que el Mantenimiento correctivo engloba a todas las actividades que se ejecutan como consecuencia de una falla o interrupción de los equipos. Bajo esta estrategia las organizaciones deben anticiparse mediante la eficiencia del diseño y mantenibilidad de los equipos para minimizar costos (Pistarelli, 2017).

De acuerdo a Cárcel (2016), en las plantas industriales dos estrategias han conseguido la difusión suficiente y el fundamento científico para convertirse en referencia, el TPM y el RCM.

El TPM es un modelo que opera sobre la gestión de los activos físicos y que exige el involucramiento de los operadores como responsable de la calidad del producto y la confiabilidad operativa. Fue concebido bajo tres enfoques, (a) búsqueda de la eficacia económica, (b) prevención del mantenimiento a través del diseño orientado al mantenimiento, y (c) la participación de los colaboradores mediante el mantenimiento autónomo.

El Mantenimiento basado en la fiabilidad, RCM, surge como respuesta a problemas como los crecientes costos de mantenimiento, bajos niveles de disponibilidad, baja eficacia del mantenimiento preventivo, etc. Emplea el conocimiento y experiencia del personal de mantenimiento y producción para identificar las necesidades de mantenimiento de cada equipo a fin de optimizarlos y lograr los resultados esperados.

El RCM se basa en analizar las fallas potenciales, sus consecuencias y la forma de evitarlos (Cárcel, 2016). El RCM establece el proceso de las tareas de mantenimiento preventivo tratando de eliminar las causas de las fallas sobre las bases del conocimiento del estado de los equipos (predictivo), que promueva la mejora de la confiabilidad del activo (Duffuaa & Raouf, 2015).

Se afirma que el RCM es un sistema que orienta los problemas y sus soluciones de arriba abajo, mientras que el TPM lo hace de abajo a arriba (Cárcel, 2016). Con base a la creciente complejidad de las plantas industriales, han surgido estrategias para el mantenimiento

que parten de las convencionales: correctivo, preventivo o predictivo que han sumado variaciones de acuerdo a la cultura organizacional de cada empresa.

Como consecuencia del avance vertiginoso de la tecnología que ha generado beneficios para las empresas, existe la necesidad de gestionar información en forma veraz y rápida. En ese contexto, las empresas han decidido implantar un sistema ERP con la finalidad de mejorar la gestión de información a través de la automatización de procesos operativos (Luzuriaga, Marin & Bonilla, 2018). Dentro de la gestión del mantenimiento numerosas empresas han optado por el ERP-SAP a través del cual se ejecutan solicitudes de trabajo (que se denominan “avisos”), planes de mantenimiento, control de presupuestos, reporte de horas y empleo de recursos, etc.; con ello han logrado optimizar la gestión de sus áreas a través de un control y seguimiento más eficaz.

## **2.12 Cadena de Suministros**

La administración de la cadena de suministros, es una función de suma importancia para el logro de un nivel de competitividad industrial (Gunasekaran, 2004). Así, una cadena de suministros es un conjunto de eslabones, tales como proveedores, transportistas, fabricantes, almacenistas, operadores logísticos, distribuidores, instaladores, y vendedores al detalle donde cada uno representa un papel determinado dentro del proceso de producción y distribución (Chopra & Meindl tomado de D’Alessio, 2012).

Asimismo, los factores tecnológicos y competitivos son cada vez más relevantes haciendo más difícil y menos rentable que una empresa se encargue de todas las funciones anexas a una operación así, como alternativa a esta realidad, la tercerización ha llegado a ser una estrategia muy relevante para las empresas (Gangurde & Chavan, 2015).

Por su parte Sanguineti (2012) define la tercerización como:

“El mecanismo de evitación, mediante el recurso a empresas auxiliares dotadas de personalidad diferenciada, de la configuración de una relación jurídica directa entre las sociedades que

recurren a este mecanismo y los trabajadores que se encargan de atender sus necesidades. Este hecho, en apariencia puramente formal, hace posible una importante reducción de la calidad del empleo y las condiciones de trabajo de dicho personal. Esto es así en la medida en que, al evitarse la configuración de dicha relación, tanto la duración de los contratos de trabajo como las retribuciones y demás beneficios de quienes desarrollan las labores exteriorizadas dejan de depender de la empresa titular del encargo para hacerlo del contratista”. (p. 337)

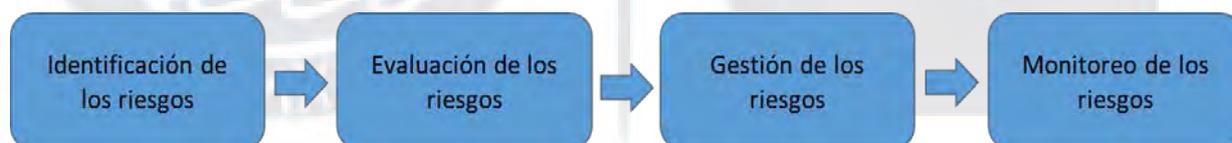
En cuanto a las implicancias de la tercerización en la cadena de suministros, Osorio, Manotas y Rivera (2017) resaltan la importancia de la administración del riesgo en la cadena de suministros (SCRM por sus siglas en inglés) como clave para evitar pérdidas en los negocios. Estos autores presentan una metodología para la clasificación de los riesgos para actividades tercerizadas haciendo uso de una matriz probabilidad-impacto. Dentro de esta evaluación Tang (2006) señala que existen dos posibles riesgos en la cadena de suministros: (1) los riesgos operacionales que forman parte de los eventos rutinarios de la operación como cambios en los niveles de demanda, incertidumbre en el suministro e incertidumbre en los costos, y (2) riesgos disruptivos, que están relacionados a eventos que provocan interrupciones mayores causadas por desastres naturales, desastres ocasionados por el hombre o crisis económicas.

Osorio et al. (2017), proponen una metodología para el tratamiento de los riesgos producto de la tercerización de actividades en las empresas, la misma que se basa en las cuatro fases mostradas en la Figura 17.

1. Identificación de los riesgos: consiste en conocer todas las posibles amenazas a la que está expuesta la operación. Para ello se pueden utilizar diversas técnicas como tormenta de ideas, técnica Delphi o consenso de expertos, análisis de causa raíz, entre otros (PMBOK, 2004).
2. Evaluación de los riesgos: en esta fase se realiza una evaluación cuantitativa que permite darle una prioridad a los riesgos La cuantificación de los riesgos puede ser

clasificada en dos categorías: basadas en la probabilidad y estadística y basadas en los conocimientos de los expertos (Osorio et al., 2017).

3. Gestión de los riesgos, en esta etapa se debe adoptar una estrategia para cada riesgo identificado en la cadena de suministro. Osorio et al. (2017) citando a Faisal, Banwet y Shankar (2006) proponen las siguientes estrategias: (a) compartir información, (b) agilidad en la cadena de suministro, (c) confianza en los socios a través de la cadena, (d) seguridad en la información, (e) responsabilidad social y corporativa, (f) planeación estratégica del riesgo, (g) relaciones de colaboración con los socios de la cadena, (h) compartir el riesgo en la cadena, y (i) análisis continuo y evaluación de los riesgos.
4. Monitoreo de los riesgos, esta fase consiste en una revisión continua de los procesos con la finalidad de identificar oportunamente nuevos riesgos que se puedan presentar así como desarrollar acciones para la gestión de los riesgos restantes (Osorio et al., 2017).



*Figura 17.* Fases en un sistema de riesgos para la cadena de suministros. Tomado de “Priorización de riesgos operacionales para un proveedor de tercera parte logística – 3PL” por Osorio et al., 2017, *Información Tecnológica*, 28(4), p. 135–144.

### 2.13 Responsabilidad social empresarial

Hasta la mitad del siglo XX las organizaciones se dedicaban a brindar productos y servicios que el mercado requería, siendo esta su única preocupación, posteriormente y de manera espontánea empiezan a involucrar a las organizaciones en la comunidad creando una especie de preocupación por el bienestar general, a partir de actividades filantrópicas específicas. Es así que las comunidades empiezan a tomar conciencia de la forma en que las organizaciones pueden ayudar a solucionar los problemas sociales o el impacto que podrían

estar ocasionando en el entorno en donde operaban, generando así, la presión sobre el gobierno para que tomara medidas a fin de proteger los intereses públicos. En la década de 1930, y debido a la gran depresión ocasionada por la crisis bursátil, en donde el desempleo crecía exponencialmente, el sector privado norteamericano buscó impulsar causas sociales, y a razón de que en 1950 el gobierno crea un incentivo que incluye reducción de impuestos, Thomas Watson de IBM y David Rockefeller de Chase Manhattan Bank plantearon la idea de Responsabilidad Social Empresarial, que poco a poco evoluciona en la sensibilidad de las personas al momento de elegir un producto, en donde el precio no era el determinante de la demanda (Correa, 2007).

En 1976, el economista Milton Friedman, indicó que la Responsabilidad Social no era más que una serie de acciones que debía ejecutar la empresa de manera eficiente para maximizar su rentabilidad y generar empleo; pero el modelo actual dista mucho de este pensamiento, dado que, hoy en día, se suman además limitaciones en el marco legal, corrupción, oligopolios, entre otros (Martínez, 2005).

La evolución de las empresas en ese sentido pasa por tres etapas: (1) filantrópica, (2) de transacción, y por último (3) integrativa, que es la que genera mayores beneficios para todas las partes porque comprende la demanda de los *stakeholders* (Correa, 2007).

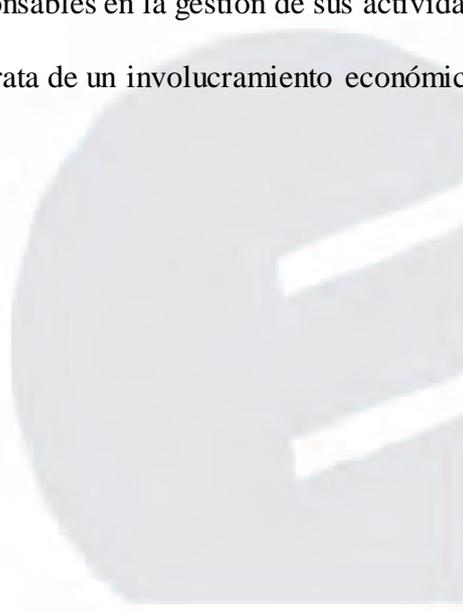
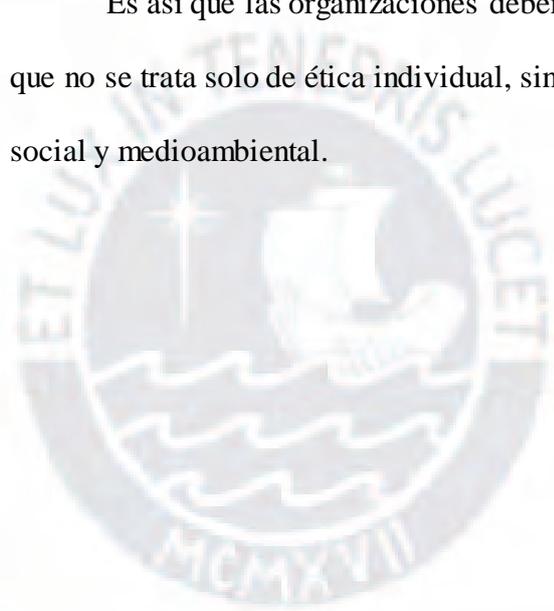
“Entonces, concluimos que, la Responsabilidad Social, es el compromiso que tiene la empresa para contribuir con el desarrollo, bienestar, y el mejoramiento de la calidad de vida de los empleados, sus familias y la comunidad en general” (Martínez, 2005). Entonces, tienen la responsabilidad de ubicar aquellos problemas que presenta la sociedad de acuerdo al enfoque que manejan, con el fin de convertirlos en oportunidades.

### **2.13.1 Desarrollo sostenible**

Desde siempre, el ser humano ha transformado el medio ambiente para satisfacer sus necesidades, pero, a razón del desarrollo socio económico, se ha incrementado la capacidad de

impacto y sus efectos. A partir de la década de los 60, se inicia un proceso de concientización acerca de esta problemática, y el cuestionamiento de los modelos actuales de desarrollo que implicaban altos costos sociales, ambientales, creando la teoría del desarrollo sostenible o sustentable, consiguiendo mayor relevancia en 1987 de acuerdo con el “Informe de la Comisión Brundtland” que definió el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias” (Alea, 2007).

Es así que las organizaciones deben ser responsables en la gestión de sus actividades, que no se trata solo de ética individual, sino que se trata de un involucramiento económico, social y medioambiental.



### Capítulo III. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

La Planta Atocongo de UNACEM cuenta con dos Unidades Económica Administrativa (UEA): (a) la UEA Atocongo, que cuenta con las canteras Atocongo y Atocongo Norte, y (b) la UEA Pucará, que cuenta con las canteras Pucará Norte y Pucará Centro . En la Figura 18 se puede visualizar las ubicaciones ambas UEA, ubicadas en los distritos de Villa María del Triunfo y Lurín. Siendo la UEA Atocongo la que aporta el 65% de caliza para el proceso de fabricación de cemento.



Figura 18. Ubicación de canteras de UNACEM.

Existen dos vías de acceso, siendo la primera a través de la Av. Lima, y la segunda por la Av. 26 de Noviembre que fue reconstruida por UNACEM, esta se une con la Av. Salvador Allende y la Av. Pachacútec (ver Figura 19).

Desde 1998 ha sido explotada por San Martín Contratistas bajo una modalidad de tajo abierto, contando la UEA Atocongo con aproximadamente 70 millones de toneladas de reservas con una ley promedio de 42.83 de CaO para la Cantera Atocongo, 43.74 de CaO para

Atocongo Norte y 43.17 de CaO para Cristina. Por otro lado, UNACEM cuenta con cuatro depósitos de desmonte, siendo Quebrada Blanca, Puquio Guayabo y Puzolanas. El clima del yacimiento es variado, siendo su clasificación ecológica desierto subtropical.



Figura 19. Vías de acceso a UNACEM.

El procesamiento del mineral se realiza en su planta industrial ubicada al lado oeste de la cantera Atocongo y cuenta además con áreas para sus oficinas administrativas, zona de campamento, almacenes, entre otros.

### 3.1 Dimensionamiento de Planta

UNACEM opera el área de Canteras Atocongo desde el año 1916, siendo la primera planta de producción de cemento del Perú, posteriormente durante los años 70 la empresa realizó la adquisición de nuevos equipos, inversiones y otras actividades para modernizar la operación y triplicar la producción de clinker. Asimismo, cuenta con áreas disponibles que pueden ser utilizadas para almacenamiento de materia prima según la necesidad del mercado sin interferir con la continuidad de sus operaciones, dado que cuenta con yacimientos para la

producción por los próximos 16 años hasta el 2035 (Miyashiro & Ortiz, 2016). En la actualidad, cuenta con una capacidad instalada de 15,000 toneladas métricas de producción de clinker al día, materia prima para la producción de cemento, y de 33,360 toneladas métricas para almacenar los distintos tipos de cemento que se producen.

El dimensionamiento de la operación fue concebido como una planta de distribución nacional y está diseñada para atender al total del mercado, es innovadora en diseño ya que las instalaciones van en el sentido del flujo del proceso, optimizando movimiento de mercancías en proceso y terminadas entre las áreas de producción hasta el área de empaque y distribución. Por otro lado, cuenta con el área adecuada para los incrementos de su capacidad instalada proyectada hasta el 2035, tiempo de vida de sus canteras.

La capacidad total para la atención de servicios está dada por los criterios que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

*Número de Trabajadores Permanente por Turno de Trabajo*

Categoría	Producción	Envase y despacho
Operario	15	13
Mecánico de turno	2	1
Electricista de turno	2	0
Operador de Cuarto de Control	3	1
Supervisor	1	1
Jefe de Planta	1	0
Total	24	16

Debido a que el comportamiento de la producción de cemento va en línea con la demanda, esta se efectúa de manera continua tendiendo las siguientes consideraciones:

- Horario: lunes a domingo, 24 horas al día. Se trabajan en tres turnos de ocho horas diarias. El personal de despacho y envasado no trabaja los domingos.
- Porcentaje de utilización mínima de personal: 80%.

En base a esta información se ha calculado la capacidad de planta disponible en la Tabla 13.

Tabla 13

*Capacidad de la Planta UNACEM*

Descripción	Cálculo de capacidad	Horas anuales	Horas mensuales
Horas disponibles	24 trabajadores permanente X 8 horas de trabajo diario X 335 días del año (producción)	64,320.00	2,144.00
	16 trabajadores permanente X 8 horas de trabajo diario X 266 días del año (envase y despacho)	34,048.00	1,134.93
Horas utilizables	80% de las horas totales disponibles	78,694.40	2,623.15

**3.2 Ubicación de Planta**

Para la planta de Atocongo, UNACEM habría considerado factores de costos e ingresos, siendo relevantes:

- **Distribución:** La empresa cuenta con una vía con salida directa a la panamericana sur, que conecta estratégicamente la planta, facilitando el acceso de los trabajadores y los clientes.
- **Proximidad a mano de obra:** La empresa fomenta el empleo local, tal es así que en el 2018 bordeó la contratación de 900 personas de la zona en jornada completa.
- **Servicios de energía:** UNACEM cuenta con una generadora de energía eléctrica con una potencia instalada de 41,750 KW que utilizan 94% de gas natural, contribuyendo a emitir menor cantidad de gases de efecto invernadero al medio ambiente. Esta planta es operada en horas punta, sin embargo, UNACEM también compra energía a Compañía Eléctrica El Platanal SA (CELEPSA), hidroeléctrica del grupo integrada al COES.

- Características de la zona: Inicialmente era una zona no habitada, ideal para poder realizar la explotación de la caliza sin afectar a los pobladores, en la actualidad, la empresa ha visto comprometidas las áreas cercanas a la zona industrial.
- Instalaciones marinas de Conchán: En 1989 UNACEM concluyó la construcción de este terminal de mar abierto, conformadas por un muelle para naves de hasta 38,500 toneladas, dos silos de almacenamiento de cemento por 30,000 toneladas, un patio para almacenamiento de carbón y otros minerales por 35,000 toneladas, un almacén cerrado de clinker y un almacén para granos de 26,000 toneladas cada uno. Desde estas instalaciones UNACEM realiza sus operaciones de comercio exterior, como exportación de clinker y otras operaciones con navieras que cuenten con el permiso técnico correspondiente. Esta cercanía ha sido de vital importancia para facilitar el transporte del clinker mediante una faja tubular que une la planta con el muelle de manera subterránea.
- Área de explotación: Inicialmente, la empresa explotaba la cantera Atocongo y el material era trasladado hasta el Cercado de Lima, luego de ello, realizaron la construcción de la planta de cemento más avanzada en tecnología a dicha fecha cerca de la cantera.

Teniendo en cuenta los puntos anteriormente mencionados, se ha realizado un balance de los aspectos a favor y en contra, esquematizados en la Figura 20.

En la actualidad esta ubicación, aunque es todavía una zona industrial, está viéndose afectada por el desplazamiento de la población de Villa María Del Triunfo que en los últimos 25 años ha tenido un crecimiento poblacional de 50%. Como resultado, esto ha ocasionado ciertas complicaciones a UNACEM en los límites de su terreno no ocupado, teniendo que cercarlo para evitar cualquier penetración que complique las relaciones con la comunidad. Por otro lado, la ubicación de la planta inicialmente se encontraba a 20 km del área urbana, por ser

una zona industrial y utilizar elementos perjudiciales para la salud, como el polvo de caliza, principal materia prima para la elaboración del cemento; así como las emisiones de gases y ruido. En la actualidad, y como se visualiza en la Figura 21, se han registrado una gran cantidad de invasiones en las laderas de las Lomas de Villa María e incluso en las zonas arqueológicas intangibles, esto a causa de pobladores que buscan la urbanización por medio de la informalidad (Miyashiro & Ortiz, 2016). A esto se le debe sumar el intenso tráfico en las avenidas principales cercanas a la planta, como es la Av. 26 de Noviembre, tanto de transporte privado como público.



*Figura 20.* Balance de aspectos para la ubicación de UNACEM Atocongo.

Según D'Alessio (2012) se utiliza la Ponderación Cualitativa de Factores (QFR, siglas en inglés) para ponderar los factores relevantes al momento de seleccionar la ubicación de la planta. Hemos procedido a listarlos y otorgarles un peso de acuerdo a la importancia que presentan:

- Accesos que conecten a la empresa con sus clientes mediante la distribución, y que permite una adecuada fluidez del clinker que requiere ser exportado.

- Cercanía de los yacimientos de caliza con la planta de producción para facilitar la automatización de sus operaciones.
- Disponibilidad de mano de obra local.
- Área industrial que evite la contaminación sonora y de polvo que podría afectar a zonas urbanas.
- Costo de los servicios de energía
- Posibilidades de apoyo en el desarrollo de las comunidades.

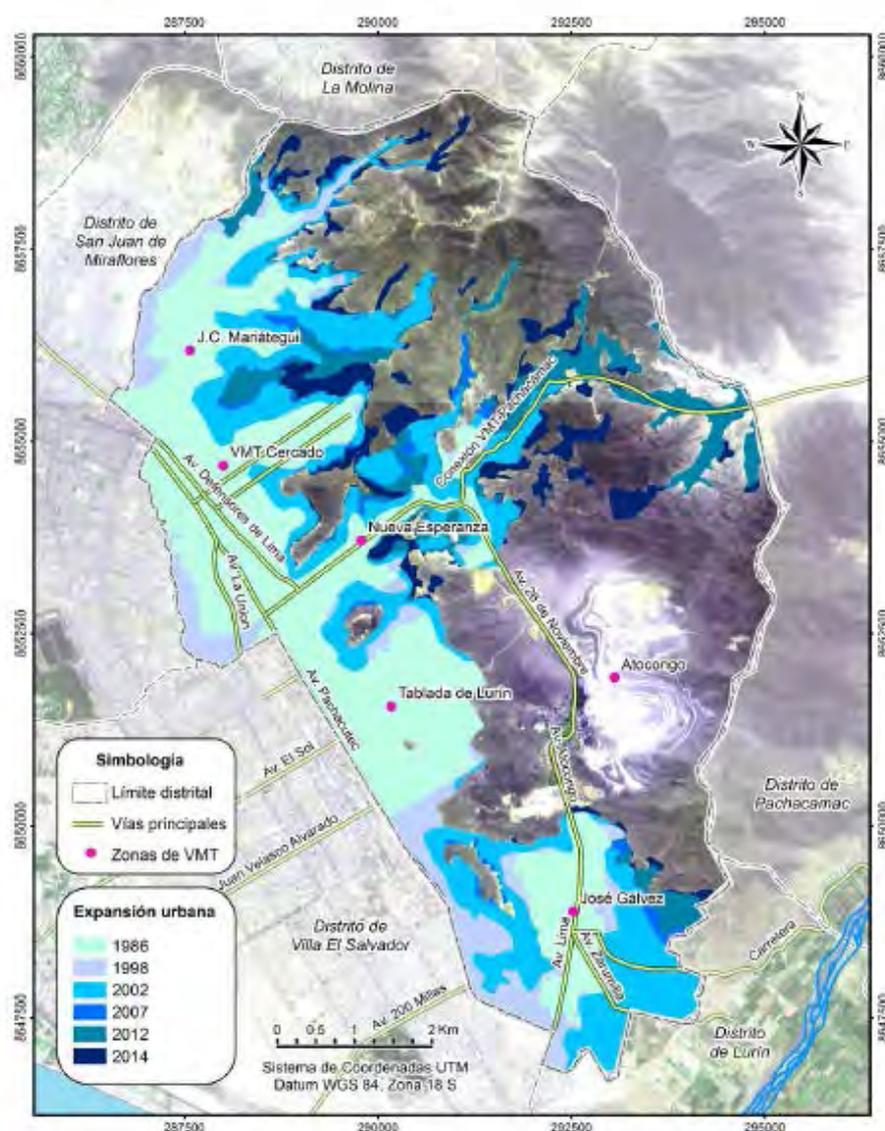


Figura 21. Área de expansión urbana en el distrito de VMT 1986-2014. Tomado de *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)*, por M. Miyashiro & M. Ortiz, 2016.

El comparativo de la Tabla 14 muestra las diferencias de ubicación que presentan la Planta de Atocongo, frente a la ubicación anterior en el Cercado de Lima, cerca al Presbítero Maestro, obteniendo así que la ubicación actual de la empresa ha sido una buena decisión, ya que principalmente se adecúa al flujo de movimiento que presenta para sus exportaciones y la distribución del producto terminado mediante sus clientes. Para la automatización de la planta ha sido de vital importancia mantener la ubicación cerca a los yacimientos, a fin de establecer los periodos de operación durante los 365 días del año de manera continua.

Tabla 14

*Matriz de Ponderación de Factores de Ubicación*

Factor	Peso	Planta Atocongo		Cercado de Lima	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Accesos para distribución y exportación	0.20	8	1.6	2	0.40
Cercanía a yacimientos	0.35	10	3.5	1	0.35
Facilidad de mano de obra local	0.10	4	0.4	4	0.40
Área industrial	0.20	3	0.6	3	0.60
Costo de la energía	0.10	4	0.4	2	0.20
Desarrollo de comunidades	0.05	4	0.2	2	0.10
Total	1.0		6.7		2.05

**3.3 Propuesta de Mejora**

De acuerdo a los factores analizados, UNACEM no evidencia presentar perjuicio en relación a la ubicación de su planta, dado que los accesos para la distribución y exportación, cercanía a los yacimientos, facilidades de conseguir mano de obra local y el desarrollo de comunidades son factores importantes que hacen posible mantener sus operaciones de manera efectiva. En el caso que UNACEM quiera abrir una planta adicional deberá considerar los factores de localización mencionados durante el capítulo, a fin de asegurar que el área seleccionada sea la adecuada para brindar las facilidades que, según su grado de importancia, permitirán una mejor evaluación de los posibles impactos.

No obstante, es importante que la Municipalidad de Villa María del Triunfo se involucre junto al Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI en la evaluación de potencial

usurpación de terrenos del estado por parte de traficantes de tierras, esto a fin de controlar y evitar que los habitantes continúen desplazándose hacia el área industrial y/o a áreas frágiles que, podría resultar perjudicial para la empresa al momento de la revegetación producto del cierre, dado que son áreas que están siendo ocupadas de manera no controlada. Como dato, se tiene información que, en el 2018, la Superintendencia Nacional de Bienes Estatales recuperó más de 2 millones de metros cuadrados de terrenos del Estado en el País (Superintendencia Nacional de Bienes Estatales, 2019).

### **3.4 Conclusiones**

La actual ubicación de la planta de producción de UNACEM se adecuó a las necesidades de incremento de la demanda y a la proyección de ser una de las principales proveedoras de cemento del Perú; es así que la movilización cerca de las canteras representa una buena decisión, a fin de que el flujo de producción cumpla con la atención que requiere el mercado. De acuerdo a la matriz QFR analizada anteriormente, la ubicación de UNACEM es estratégica, tomando en cuenta los factores de consideración para la empresa.

El desplazamiento de la población de las áreas de influencia en un potencial riesgo para la empresa, por lo que requiere el apoyo de las autoridades de la zona para gestionar planes en conjunto de ordenamiento territorial.

## Capítulo IV. Planeamiento y Diseño de Los Productos

### 4.1 Secuencias del Planeamiento y Aspectos que se deben Considerar

Aun cuando el cemento es considerado un *commodity* dentro del mercado, y se puede pensar que es un producto que no tiene mayor desarrollo, en los últimos años se han lanzado al mercado dos nuevos productos de UNACEM, el cemento APU (Cemento Portland tipo GU) y el cemento Andino Ultra (Cemento Portland tipo HS/MH/R). Se detalla a continuación la secuencia del planeamiento y diseño de producto de UNACEM en base a lo propuesto por D'Alessio (2012).

- Generación de la idea: Los estudios del mercado son los generadores de las ideas que tiene la Gerencia Comercial (GCOM) para solicitar el diseño de nuevo producto.
- Selección del producto: Las características de las materias primas con las que se cuenta en la planta Atocongo, junto con las que se importan como otros insumos, la evaluación del margen de ganancia que se genera si se tuviese que importar nuevos insumos, los costos operativos, la capacidad operativa para la producción, almacenamiento y despacho, la presencia en el mercado de productores de cemento, son factores que determinan la selección de un nuevo tipo de cemento.
- Diseño preliminar: Una vez seleccionado el nuevo producto, se realizan las coordinaciones entre las divisiones de Control de Calidad, Producción, Control de Procesos, Marketing, para poder diseñar las características, límites de control, equipos de planta a utilizar, controles a seguir, diseño de empaque que tendrá el nuevo cemento.
- Construcción del prototipo: Se realiza la producción de un nuevo tipo de clinker, de ser necesario, y la molienda del nuevo cemento, el cual pasa por los análisis de control de calidad correspondientes los cuáles arrojarán como resultado si el

producto es conforme a la especificación requerida en la etapa de diseño. De no ser conforme, se procede el reproceso del mismo para evitar mermas y se realizan los ajustes necesarios para realizar una nueva prueba.

- Pruebas: La Gerencia Comercial se encarga de distribuir el nuevo cemento y hacer un estudio de la aceptación del mismo. Recabando información de campo para realimentar el proceso pues los maestros de obra pueden tener observaciones como: (a) la “trabajabilidad” del concreto, que se refiere a la cantidad de cemento utilizado para lograr que la mezcla de concreto fresco posea facilidad de colocación, consolidación y acabado sin segregación; (b) color del cemento, aspecto que es un indicador de calidad subjetivo para los maestros de obra, quienes entiendo que a más gris el cemento es de mejor calidad.
- Diseño definitivo del producto y su proceso: La Gerencia Comercial da el visto bueno al nuevo cemento, lanza las campañas publicitarias que considera tendrán el mayor impacto en los clientes, y se coordina con la División de Envase y Despacho la demanda proyectada del nuevo cemento, para que a su vez esta división pueda coordinar con la División de Producción el programa de molienda del nuevo cemento. En esta etapa final se evidenció que no hay un canal de comunicación fluido entre las Gerencias Comercial y de Operaciones, debido a que los programas de producción son muchas veces modificados ya que el área comercial lanza campañas de oferta al mercado sin realizar una mayor coordinación con las áreas operativas.

En cuanto a los aspectos que considera la empresa, podemos indicar que se articula de la siguiente manera:

- Características: Las características de los cementos que produce UNACEM están determinadas por las normas NTP y basadas en las normas americanas ASTM como

punto de partida. En general, los cementos en Perú superan estos estándares por los que son los mismos productores los que generan el estándar para no perder mercado. El proceso productivo tiene controles de calidad en cada una de sus etapas, y se tiene como parámetros de control tanto variables (concentración de óxido de calcio, fineza, etc.) como atributos (color del cemento, “trabajabilidad”, etc.).

- **Tecnología:** UNACEM trabaja con tecnología reconocida en el mercado de cementero a nivel mundial, con empresas que generan tecnología específica para este mercado como son FLSmidth, con sus soluciones para fabricación de clinker; Claudius Peters, son sus soluciones para almacenamiento de crudo y cemento; Polisyus, con sus soluciones para molienda de crudo y cemento; Siemens, con sus soluciones en equipos para la automatización de procesos; entre otros.
- **Conocimiento del personal:** La tecnología utilizada en las empresas cementeras es bastante especializado, dentro del mercado cementero la formación de personal para cementeras tiene una curva lenta de aprendizaje y la inversión en capacitación es alta, observando esto con la baja rotación de personal que existe.
- **Normatividad:** Existen diversas normas bajo las cuáles UNACEM realiza sus labores productivas, siendo una empresa respetuosa de las normas de seguridad y salud ocupacional, ambientales y laborales, además debido a que UNACEM cuenta con un muelle, cuenta también con una certificación en BASC dado que se forma parte de una cadena de suministro internacional.
- **Posibilidades de fabricación:** UNACEM cuenta con una cantera al costado de la planta industrial, 4 circuitos de molienda de crudo, 2 hornos horizontales con capacidad de 7,500 Tm/día de clinker, 7 equipos de molienda de cemento, 7 máquinas embolsadoras de cemento, 6 equipos de despacho a granel, un muelle para

importaciones y exportaciones de material y un equipo humano capacitado para tener la planta en operación durante las 24 horas del día los 365 días del año. Como limitante para las posibilidades de fabricación se evidenció la disponibilidad de silos de almacenamiento de cemento.

- Disponibilidad: la Subgerencia de Mantenimiento, es la encargada de brindar la confiabilidad y mantenibilidad a los procesos productivos. Se cuentan con programas de *overhaul* y rutinas de mantenimiento preventivo y predictivo que, aunado a mejoras en el proceso que ha llevado a cabo la División de Control de Procesos Atocongo, han mejorado la disponibilidad de las distintas etapas productivas.
- Costo: El costo es uno de los factores clave al momento de decidir lanzar un nuevo producto. En UNACEM se lleva a cabo, como en la mayoría de empresas en nuestros días, una política de austeridad, y en el caso de UNACEM estas políticas han sido una oportunidad de mejora en las distintas etapas del proceso productivo. Se ha logrado incrementar el tiempo de vida de las canteras, mejorar el consumo energético en los procesos, reducir los reprocesos de material no conforme, entre algunas de las mejoras implementadas para reducir los costos. Los programas de aseguramiento de la calidad, como el ISO 9001, el ISO 14001 y el OHSAS 18001 también han aportado en este sentido, al ayudar a estandarizar los procedimientos, mejorar el control de nuestros recursos e impacto en el medio ambiente, y reducir las horas dejadas de laborar debido a accidentes incapacitantes.

Con respecto a los aspectos que considera el cliente, la Gerencia Comercial, encargada del desarrollo de productos, tiene en consideración los siguientes puntos:

- Prestaciones: Los maestros constructores toman en cuenta parámetros como la “trabajabilidad”, que se define como el esfuerzo necesario para manipular el

concreto. En este sentido, los cementos de UNACEM, siempre han sido bien recibidos en el mercado siendo la marca líder en su zona de influencia.

- **Peculiaridades:** Dentro de las peculiaridades, podemos mencionar que UNACEM participa activamente en la formación de maestros albañiles en ferias dedicadas al sector construcción. Además, cuenta con personal que realiza visitas a campo si hay algún reclamo con respecto a la calidad de los productos, tomando muestras y analizándolas en laboratorio para determinar la causa del problema. Otra peculiaridad se puede mostrar en las ofertas, promociones o sorteos que se realizan por la compra de los productos.
- **Confiabilidad:** Los distintos tipos de cemento fabricados llevan impreso en las bolsas la fecha, hora de envasado, sirviendo esta información para tener trazabilidad del cemento envasado en caso pueda presentarse un reclamo.
- **Conformidad con las especificaciones:** En las bolsas de los cementos de UNACEM vienen impresas las normas técnicas bajo las cuáles han sido fabricados, por lo que es posible verificar mediante ensayos que se cumple con las especificaciones indicadas. Por otro lado, los cementos de UNACEM tienen una reputación ganada dentro del mercado con presencia durante más de 100 años con su cemento Sol.
- **Durabilidad:** El correcto almacenamiento del cemento alarga la durabilidad del producto embolsado, UNACEM difunde a través de capacitaciones, medios virtuales, volantes, entre otros, la forma correcta para alargar la durabilidad. Para que el cemento, una vez convertido en concreto, alargue su durabilidad, es necesario todo un proceso que es de conocimiento del personal que labora en el sector construcción. Una correcta proporción de los materiales, una correcta hidratación, harán que la durabilidad del concreto sea la conveniente.

- Disposición de servicio: La Gerencia Comercial a través de sus supervisores de ventas, dan el soporte post-venta a los productos de UNACEM, quienes realizan visitas a los puntos donde se puedan presentar observaciones de los productos y llevan a cabo el levantamiento de las mismas para cumplir con tener a los clientes satisfechos.
- Estética: Es de sumo cuidado la apreciación del color de los cementos, pues los constructores sin necesariamente hacer análisis de la calidad del producto sacan muchas veces conclusiones solo con la apariencia del color del mismo. La estética ha mejorado también en la presentación de los cementos, teniendo empaques con mejores presentaciones para el consumidor final.
- Calidad percibida: El nombre de los cementos de UNACEM en el mercado es sinónimo de calidad que la empresa tiene siempre presente y busca conservar. El cemento más antiguo de la empresa cumplió 100 años en el mercado y se espera que los nuevos productos que se lanzan puedan tener siempre el mismo grado de aceptación buscando un balance entre calidad y precio que sea atractivo para el mercado.

#### **4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño**

La calidad en los productos de UNACEM tiene dos componentes, la calidad del cemento y la calidad del empaque. Con respecto a la calidad en el empaque, la División de Envase y Despacho (DEDA) es la responsable de este control, informando a la Sub Gerencia de Logística de evidenciar una desviación en los requerimientos.

La calidad de los cementos es controlada por la División de Control de Calidad Atocongo (DCCA), en base a los parámetros especificados por la jefatura de la mencionada división durante las pruebas del nuevo producto. Los parámetros que son controlados por la DCCA durante la molienda del cemento varían dependiendo del tipo de cemento y se dividen

en físicos y químicos, siendo el parámetro físico principal la fineza; y los parámetros químicos principales el trióxido de azufre ( $SO_3$ ), óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO).

Para asegurar la calidad de los productos, además de la medición de estos parámetros ya mencionados durante la molienda del cemento, se realizan mediciones de resistencia mecánica del cemento para que, mediante la obtención del índice de capacidad de proceso, que relaciona los valores promedio, objetivo y desviación estándar de la resistencia mecánica, se pueda liberar un producto.

Una vez aprobada la fabricación de un nuevo tipo de cemento para su producción para el mercado, se documentan las especificaciones del nuevo tipo de cemento y actualizan los procedimientos relacionados en el Sistema Integrado de Gestión para mantener el aseguramiento de la calidad más allá de las pruebas del nuevo producto.

Adicionalmente, de recibir observaciones por parte de los clientes, la Gerencia Comercial es la encargada de gestionar los reclamos y realizar las coordinaciones con las áreas correspondientes.

#### **4.3 Propuesta de Mejora**

Se recomienda contar con un documento de especificación del empaque de cemento, dado que actualmente el proveedor es quien diseña el empaque. Se encontró como ejemplos la especificación india IS 11761: Sacos de papel multi pared para cemento, la especificación filipina PNS 270:1991: Sacos de papel *kraft* multi pared para cemento, y el borrador de especificación ugandés DUS DEAS 866: 2015: Sacos de papel multi pared para cemento, los cuáles pueden servir de ejemplo.

Se encontró en la empresa que ya se han trabajado con proveedores extranjeros que ofrecen un menor costo por bolsa de cemento pero no se ha mantenido la relación con ellos, con esta propuesta se busca extender esta relación, para lo cual se propone realizar una inversión inicial en capacitación del personal de compras, una capacitación en consultoría para

el desarrollo de la especificación de la bolsa de papel y un presupuesto para visitar al proveedor con el que se busca desarrollar una relación. Se analiza para esta propuesta las bolsas adquiridas para el cemento Sol, que son aproximadamente treinta y seis millones de bolsas anuales, encontrando que el proveedor nacional vende el millar de bolsas a S/ 252.00 mientras un proveedor extranjero con el que se trabaja las vende a S/ 246 el millar. La Tabla 15 muestra el beneficio alcanzado con la propuesta presentada.

Tabla 15

*Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Especificación de Bolsa de Cemento Sol*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Capacitación de personal de compras	5,000	Soles
Visita a proveedor extranjero	10,000	Soles
Consultor para desarrollo de especificación de bolsa	44,800	Soles
Costo total de inversión	59,800	Soles
<b>Ahorro</b>		
Millares de bolsas anuales de Cemento Sol	36,000	millar
Costo por millar de proveedor local	252	Soles
Costo por millar de proveedor extranjero	246	Soles
Total ahorro	216,000	Soles
Beneficio al primer año	156,200	Soles

#### 4.4 Conclusiones

Se evidenció que UNACEM realiza el planeamiento y diseño de sus productos calzando con lo propuesto por los autores referenciados en el marco teórico, manteniendo siempre presente tanto los aspectos que considera el cliente como los que considera la empresa.

Por el lado de la calidad, se evidenció que existen mejores controles para el control de la calidad por el lado del cemento que de lado del empaque, lo cual es una debilidad del producto.

Se evidenció falta de un canal de comunicación fluida entre las áreas involucradas dentro del planeamiento y diseño del producto, lo que se manifiesta en una deficiente coordinación dentro del área operativa, lo que va en detrimento del clima laboral pues se percibe falta de planificación.



## Capítulo V. Planeamiento y Diseño del Proceso

El proceso en la planta de Atocongo, de una capacidad anual instalada de 4.8 millones de toneladas de clinker y 5.5 millones de toneladas de cemento, tiene como objetivo la fabricación de clinker, cemento y otros materiales de construcción a partir de la explotación y extracción de la piedra caliza, roca de origen sedimentario con alto contenido de  $\text{CaCO}_3$ .

El proceso puede dividirse en etapas como la extracción de la materia prima, chancado primario y secundario, fabricación de crudo, clinker y cemento; envase y despacho del producto. A lo largo de la cadena productiva existen los procesos de soporte técnico encargados del mantener la condición básica de los equipos, así como de aquellas áreas responsables del control de los inventarios y compras de insumos, suministros y repuestos.

### 5.1 Mapeo de los Procesos

Los procesos dentro de UNACEM se encuentran separados en Procesos Estratégicos, Procesos de Operativos y Procesos de Soporte. Los Procesos Estratégicos son gestionados por la Dirección y la Gerencia General de la empresa, dentro de estos procesos están los de Gestión Estratégica, donde se elabora el Plan Estratégico Empresarial y la Planificación de CASSO donde se dictan las directivas que afectarán la Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional.

Los procesos operativos incluyen a todos los procesos productivos, de abastecimiento y operaciones para la fabricación de cemento y de gestión para la satisfacción de los clientes. Los procesos de soporte, incluyen a todos los procesos que brindan servicios a los procesos operativos y procesos estratégicos para que puedan llevar a cabo sus actividades. La relación entre los procesos descritos se muestra en la Figura 22.

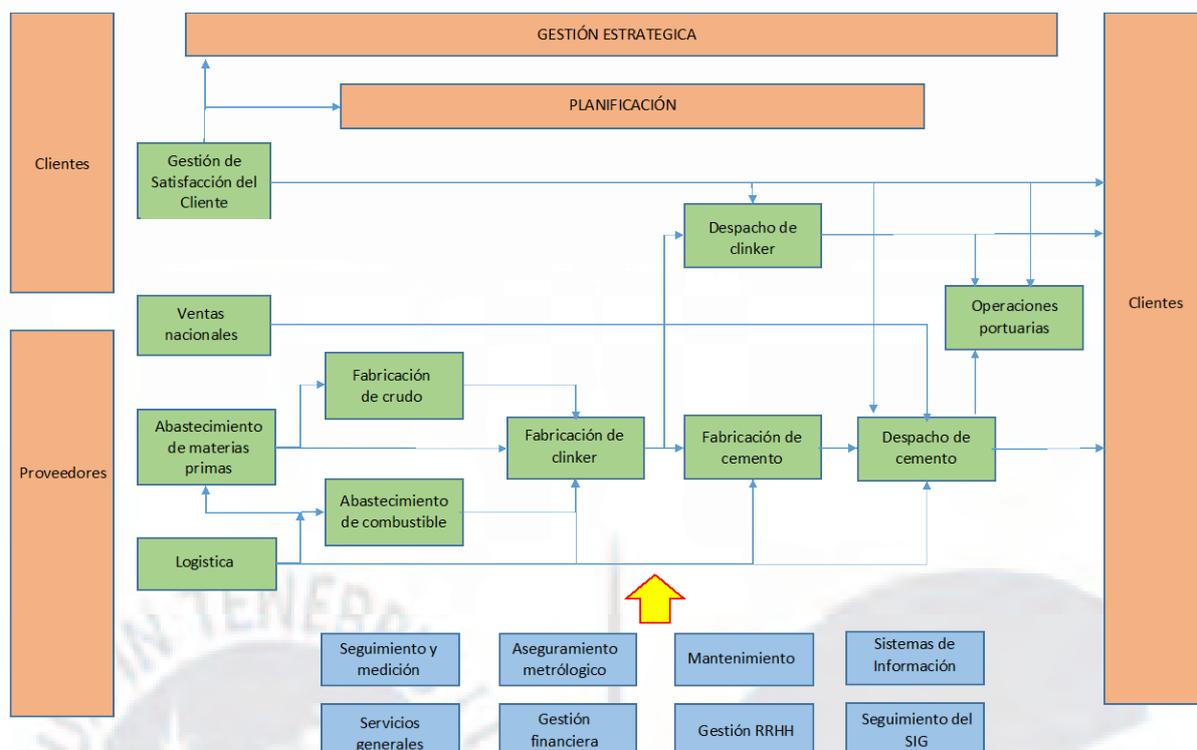


Figura 22. Mapa de procesos de la unidad Atocongo.

### 5.1.1 Descripción del proceso productivo

De acuerdo a Cazorla (2013) el proceso de fabricación del cemento comienza con la obtención de las materias primas necesarias para conseguir la composición adecuada de óxidos metálicos para la producción de clinker.

La materia prima básica está constituida por:

1. Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ): a partir de la caliza, que representa el 92% del crudo, cuyo componente principal es el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) requerido para formar los silicatos de calcio que son los componentes activos en el clinker.
2. Fundentes: generalmente arcilla, que representan el 8% de la mezcla. Aporta los óxidos que actúan como fundentes y que contribuyen a la formación de fase líquida en el horno facilitando las reacciones de combustión.

La caliza es una roca sedimentaria con un contenido alto de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), seguida de contenidos menores de carbonato de magnesio, óxidos de aluminio y

hierro combinados en forma de carbonatos y silicatos, que son compuestos de naturaleza biológicamente activa o precipitación química.

De acuerdo a Cazorla (2013), la arcilla es la segunda materia prima en importancia para la obtención del clinker ya que cuando la caliza empleada no contiene suficiente alúmina y sílice, es necesaria la adición de material arcilloso. Las arcillas están formadas principalmente por hidrosilicatos de alúmina, sin embargo, exhiben una amplia variación en su composición mineralógica y química. Varían desde las compuestas exclusivamente por silicatos de aluminio (blancas), hasta las que pueden contener más de 50 % de sílice libre, o contener hidróxido de hierro, sulfuro de hierro, carbonato de calcio, etc. El óxido de hierro es el componente colorante más frecuente de las arcillas.

A continuación, se detalla el proceso productivo en la planta de Atocongo para la fabricación del cemento (ver Figura 23):

**Extracción del mineral.** La materia prima que se emplea en la unidad de Atocongo está constituida por la piedra caliza que pertenece a la formación geológica denominada con el mismo nombre. De acuerdo a Mendoza (2015), este yacimiento pertenece a la formación pamplona, con un tipo de piedra entre arcillo-calcárea y propiamente calcárea. El método de explotación es a tajo abierto con una reserva estimada de 190'976,421 toneladas de caliza y con una ley promedio de 43.5 % de CaO (Zapata, 2003). Las características principales del avance de corte son bancos de 14 m de altura con rampas de cierta inclinación para la manipulación y despacho del mineral hacia el circuito de chancado o botaderos según la ley. Las actividades de extracción involucran la perforación en el terreno para luego proceder a la voladura; la frecuencia de disparos está en función a la ley del mineral y a la necesidad del mercado. El material extraído, según su composición química, es trasladado hacia el circuito de chancado.

**Chancado primario.** El mineral extraído se clasifica según la concentración ley de CaO, a partir de un diseño predeterminado se establece la mezcla óptima para dosificarla hacia la chancadora cónica a fin de triturar la piedra hasta obtener una granulometría promedio de 75 mm. Se cuenta con una chancadora que opera alrededor de 20 horas diarias desarrollando una capacidad de 1,000 t/h.

**Chancado secundario.** El mineral triturado ingresa a unas chancadoras giratorias a fin de asegurar un tamaño no mayor a 75 mm. Debido a la dureza promedio de la piedra caliza el sistema de trituración alcanza un grado de reducción de tamaño de alrededor de 10:1; con esta granulometría se asegura la etapa posterior de homogenización.

**Pre homogenización.** El mineral triturado se traslada mediante bandas transportadoras para ser almacenadas en canchas circulares dejando estratos uniformes para ser posteriormente seleccionadas de forma controlada. La pre homogenización permite preparar la dosificación adecuada de los distintos componentes reduciendo su variabilidad.

**Molienda.** El mineral con una granulometría menor a 75 mm es transportado hacia un circuito de prensas de rodillos con la finalidad de proceder a la reducción de tamaño, en seco, a una granulometría menor a 74 micrones.

En estos molinos se tritura el mineral hasta obtener el balance químico adecuado ("crudo"). Cabe indicar que a los molinos ingresa no solo la piedra caliza procedente de las trituradoras sino también otros productos, en una menor proporción, que aportan calcio, silicio, aluminio y hierro.

En esta etapa del proceso se efectúa la selección de los materiales, de acuerdo al diseño de mezcla previsto, para optimizar el material crudo que ingresará al horno. En esta etapa el control de calidad es exhaustivo a fin de garantizar la homogenización de la mezcla que redunde en (a) la efectividad del proceso de clinkerización y (b) la calidad del producto final.

El material resultante constituido por un polvo de grano fino que debe presentar una composición química constante se almacena en silos.

**Obtener el clinker.** El material fino obtenido en la molienda es alimentado a unos silos para luego, de acuerdo al plan de producción, ser dosificados al horno horizontal a través de pre calentadores de ciclones que calientan la materia prima en contracorriente para facilitar su cocción a partir de los gases de salida del horno.

Los dos hornos de la unidad de Atocongo son reactores horizontales de (a) 5.2 m de diámetro, longitud de 85 m, inclinación axial 3%, y (b) 5.25 m de diámetro, longitud de 82 m, inclinación axial 4%, con una capacidad promedio de 7,500 t. La cocción del mineral se realiza con una rampa de calentamiento que va desde 300°C en el ingreso a 1,200°C en la salida del horno, siendo la temperatura de sinterización de 1,450°C. A medida que el material fino avanza en el interior del horno se producen las complejas reacciones químicas que dan lugar a un material de aspecto de gránulos redondeados que recibe el nombre de clinker que es el insumo intermedio para la fabricación del cemento.

El control de la operación del horno se orienta a mantener un perfil térmico estable a lo largo del mismo ya que al ser un proceso de alimentación y salida continua van a existir diferentes zonas y reacciones que tienen lugar dentro de dicho reactor. De acuerdo a Cazorla (2013) hay cinco zonas distintas dentro del horno identificadas por el rango de temperaturas del material como se muestra en la Tabla 16.

La clinkerización consiste entonces en combinar los óxidos  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  para formar componentes mineralógicos que proporcionen resistencia mecánica y durabilidad química; a partir de ello Cazorla (2013) menciona que los compuestos fundamentales son los silicatos dicálcico (C2S - belita) y tricálcico (C3S – Alita) y los compuestos que forman la alúmina y la hematita también confieren algunas propiedades al clinker, pero su función

principal en el proceso es formar la fase líquida que permite la formación de los silicatos cálcicos a temperaturas reducidas (1300-1350 °C).

Tabla 16

*Zonas de Reacción en el Horno Rotatorio*

Zona	Temperatura del material (°C)
Secado y de precalentamiento	15 – 805
Calcinación	805 -1200
Transición superior	1200 – 1400
Clinkerización	1400 – 1510
Enfriamiento	1510 – 1290

*Nota.* Adaptado de *Optimización del proceso de combustión en el área de clinkerización mediante la utilización de un analizador de gases en la empresa Cemento Chimborazo C.A.*, por E. Cazorla, 2013, Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Por lo tanto, el clinker producido en el horno rotatorio y luego molido con yeso como retardador de fraguado se le define como un producto de color verdoso (depende del tipo de cemento) constituido principalmente por silicato de calcio obtenido por cocción hasta fusión parcial de una mezcla definida y homogénea de materiales que luego constituirán el cemento que puede definirse a su vez como el conglomerante hidráulico por excelencia, al desarrollar su resistencia por hidratación de los silicatos cálcicos.

**Enfriamiento del clinker.** A la salida del horno, el clinker se introduce en el enfriador, que inyecta aire frío del exterior para reducir su temperatura desde los 1,400°C a alrededor de 100°C. En esta etapa se busca un enfriamiento rápido para mejorar la estabilidad química del producto.

**Molienda del clinker.** Para la generación del cemento se procede a mezclar y moler los gránulos de clinker con yeso, puzolana y otros materiales como escorias ferrosas denominados “adiciones”.

La molienda de clinker se realiza en equipos mecánicos en los que la mezcla de materiales es sometida a impactos de cuerpos metálicos o a fuerzas de compresión elevadas.

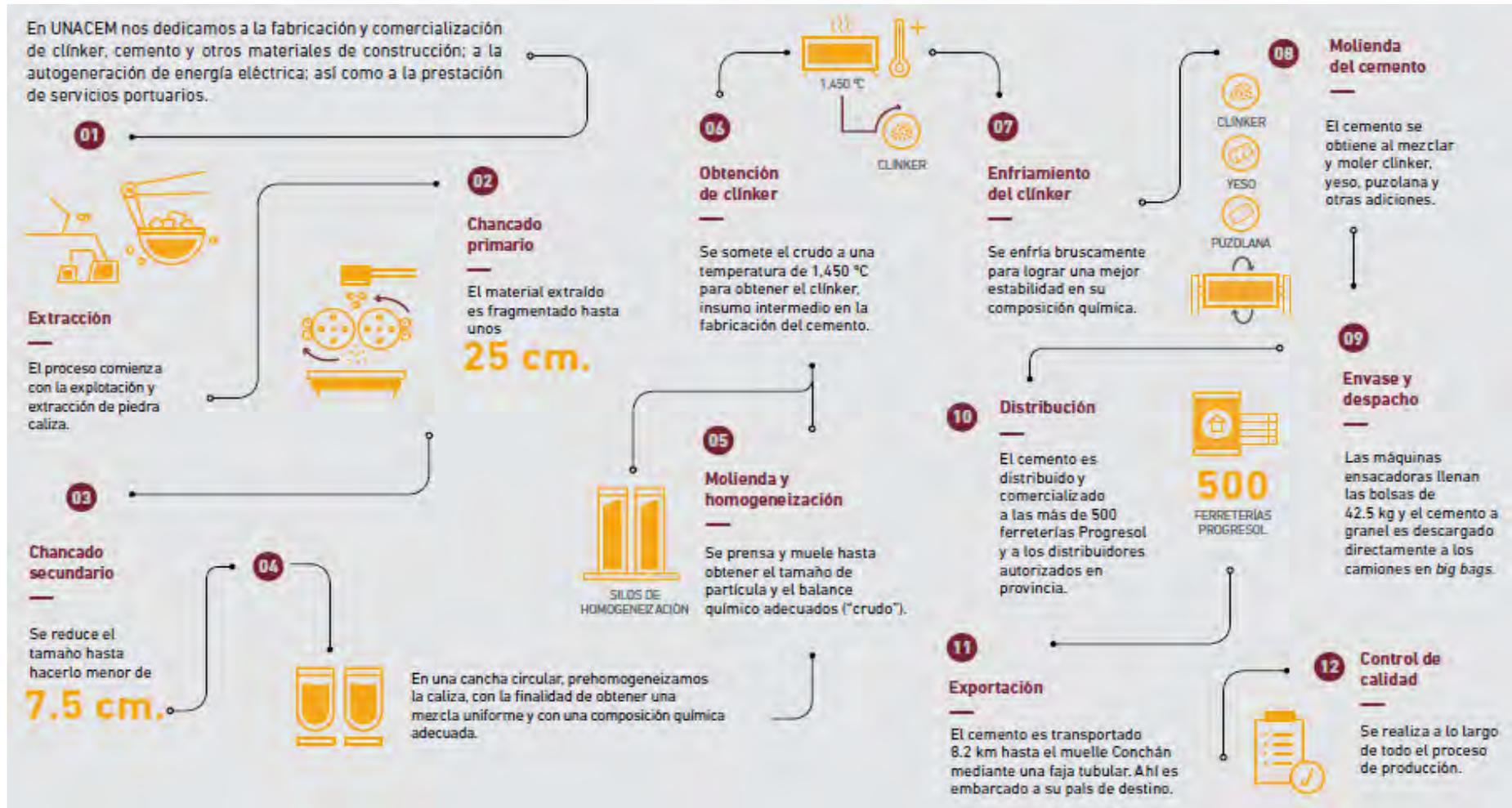


Figura 23. Proceso productivo de UNACEM – Planta de Atocongo.  
Tomado de “Reporte de Sostenibilidad 2017”, UNACEM, Lima, Perú.

**Almacenamiento.** El cemento producido se almacena en ocho silos con capacidad nominal de 1,670 t cada uno y un multisilo de cinco celdas con capacidad total de 20,000 t. Según la necesidad del mercado se procede al ensacado o despacho a granel.

**Envase y despacho.** Para el despacho en bolsas se emplean máquinas ensacadoras que generan bolsas de 42.5 kg. Adicionalmente, se despacha a granel en bombonas y directamente a los camiones en *big bags* de 1.5 t.

La conducción operativa de UNACEM se enfoca en incrementar el valor en cada una de las etapas del proceso mediante el aseguramiento de la calidad en sus operaciones. Por ello, la división de Control de Calidad que trabaja en el diseño óptimo de la mezcla del crudo necesario para alimentar a los hornos rotativos coordina con la división de Materias Primas para planificar la extracción de la caliza necesaria. Por el lado de los insumos, la división de Materias Primas asegura la ley necesaria en la caliza a utilizar en el proceso, siendo en algunos casos necesaria la compra de caliza a terceros si la exigencia es mayor a la que puede extraerse de las canteras propias, a su vez se realiza el control en la calidad del resto de insumos como combustibles, repuestos, mano de obra de terceros, entre otros.

## **5.2 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP)**

El proceso productivo de UNACEM de fabricación de cemento puede clasificarse como un “proceso con enfoque en el producto” o denominado también como “procesos continuos”. Es un proceso de alto volumen de producción y poca variedad que se caracteriza en que las instalaciones se configuran alrededor del producto. Al ser procesos continuos y de cierta manera repetitivos en las actividades que se ejecutan e incluso por el empleo de prácticas estándar para el tipo de productos que elaboran; el análisis de estas actividades se enfoca en la medición de la eficiencia del proceso y en el nivel de calidad logrado. A partir de ello se procede al análisis del diagrama de las actividades de uno de los procesos críticos de

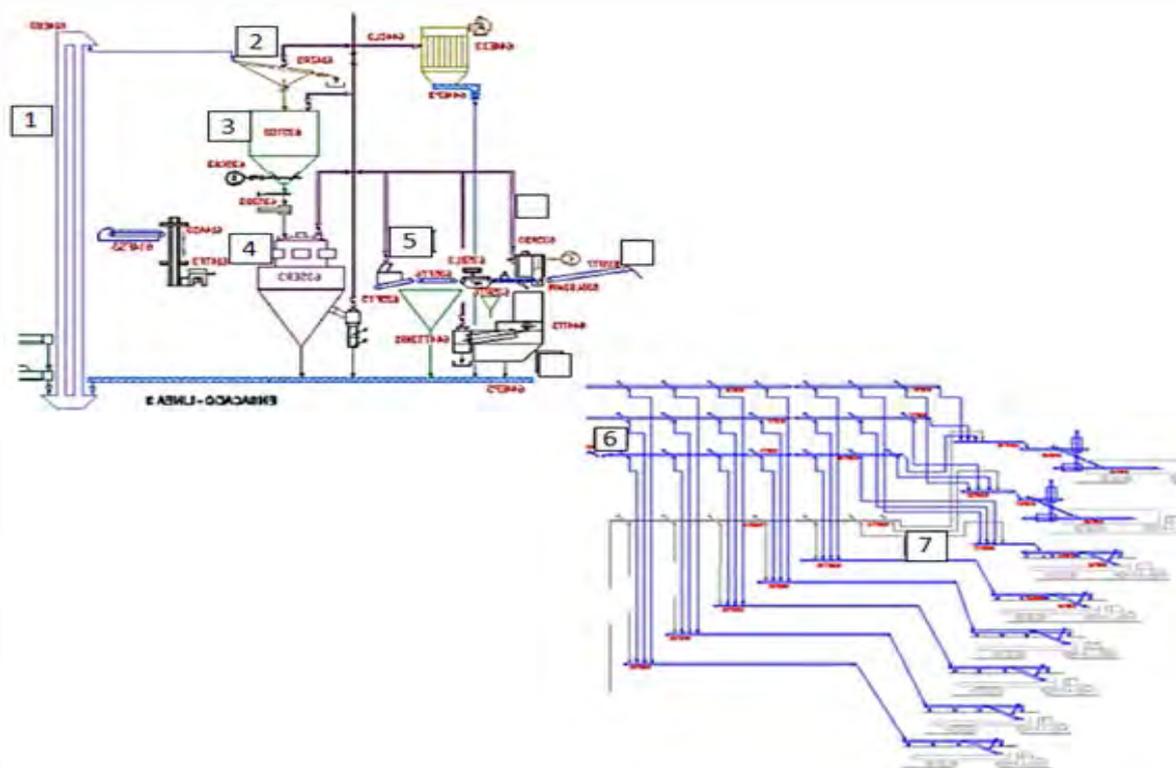
producción en la unidad Atocongo de UNACEM: el de envasado del cemento en bolsas de 42.5 kg.

Los envases y el proceso de envasado de cemento cumplen una función básica, la de proteger y conservar la calidad, cantidad e integridad del producto; el uso de los envases junto a las técnicas de protección y comercialización han hecho posible el consumo de todo tipo de productos (Gonzales, 2014).

El sistema de envasado en UNACEM está constituido por ocho silos individuales y un noveno denominado multisilo. De estos silos se abastecen a los envasadores. Se cuentan con siete ensacadoras, cinco automáticas y dos manuales. El alcance del presente trabajo se realiza sobre las ensacadoras manuales cuya capacidad anual es de 2,300 bolsas/hora.

Como se observa en la Figura 24, luego de producido y almacenado el cemento en los silos, es transportado por canaletas hacia los elevadores (1), para ser vaciados a las zarandas (2) donde se separa el material inservible, el cemento útil se almacena en unas tolvas (3) para ser dosificado y llevado a la ensacadora rotativa (4). Un colaborador coloca las bolsas vacías en los picos de la ensacadora, el equipo dosifica el cemento al peso establecido (42,5 kg.) y los ubica en fajas de salida (5). Las bolsas son destinadas a las distintas fajas móviles de despacho (6) a través de los desviadores (7), luego de lo cual los estibadores acomodan las bolsas de cemento sobre la plataforma de los camiones.

La ensacadora rotativa es una máquina giratoria para llenado de sacos con válvula para materiales en polvo o micro granulados fácilmente fluyentes, para llenado y pesado simultáneo desde 25 hasta 50 kg. El material es impulsado para dentro del saco por medio de la turbina a través de paletas de llenado con un flujo controlado grueso y fino. La pesada simultánea del proceso de llenado (sistema bruto) asegura una alta capacidad de producción para cada estación de llenado (Gonzales, 2014). Para el envasado se emplea una balanza del tipo *checkweigher* modelo EWK-3010 de marca MINEBEA INTEC.



*Figura 24. Representación del proceso de envasado manual de cemento. Adaptado de Mejora del proceso de despacho de bolsas de cemento para la empresa UNACEM usando bus de campo AS-I, por A. Gonzales, 2014, Lima, Perú.*

En la descripción de las actividades que se muestra en el gráfico hombre-máquina de la Figura 25 para el proceso de envasado se identifica que en promedio el carguío de un camión con bolsas de 42.5 kg posee un tiempo de ciclo de 111 minutos. Sin embargo, existen elevados tiempos de espera que afectan principalmente al aprovechamiento de los vehículos. Las causas que se identifican son (a) la baja confiabilidad en el peso total que genera que la unidad retorne a la línea de carguío para la corrección del peso, y (b) las esperas para acceder a la balanza. Este hallazgo se evidencia en el DAP para dicha actividad; en la Figura 26 se identifica que el 26.7% de las actividades son de espera, mientras que en el gráfico hombre-máquina se identifican reprocesos. A mayor variabilidad del peso individual de las bolsas se requiere una mayor atención en el peso final a despachar, estos tiempos se pueden reducir con mayor precisión en el envasado.

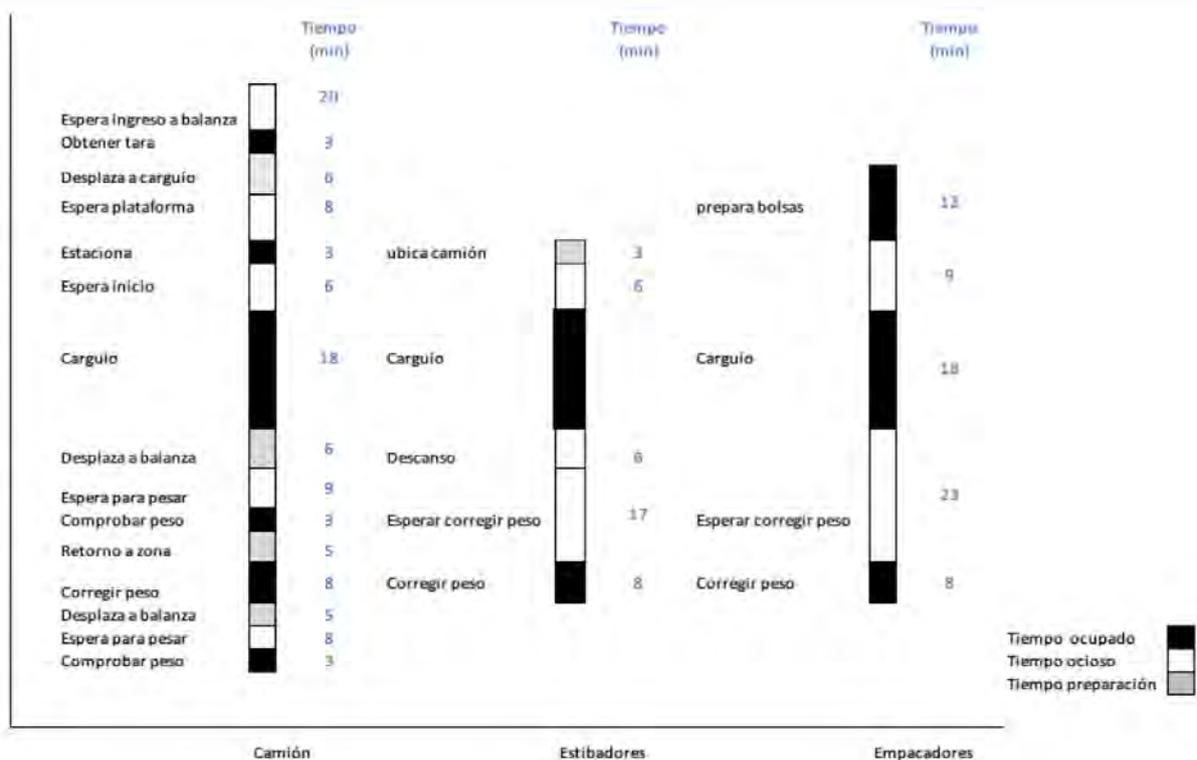


Figura 25. Diagrama hombre-máquina para el proceso de envasado.

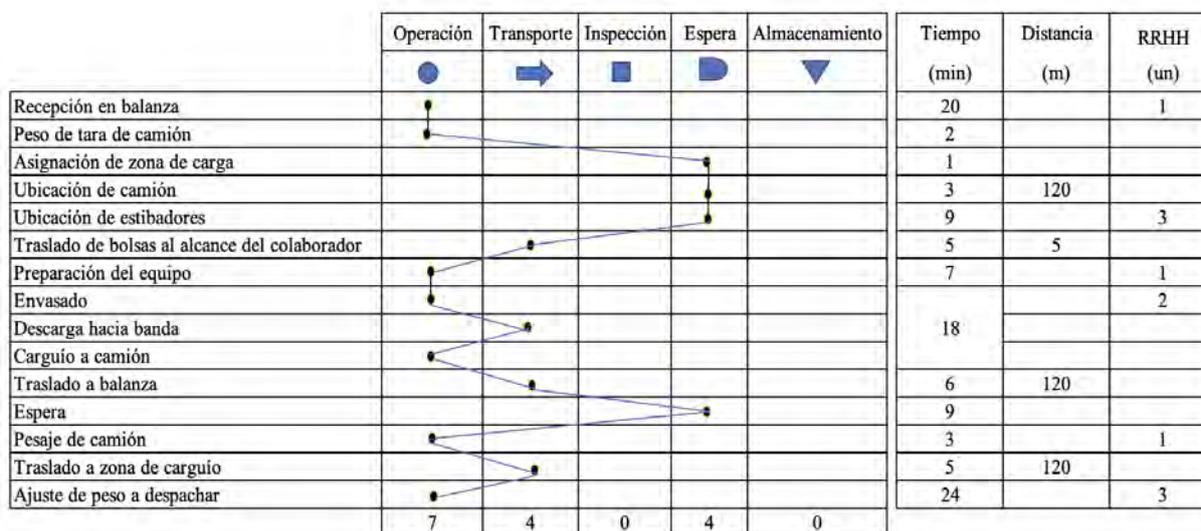


Figura 26. DAP del proceso de envasado de cemento en bolsas de 42.5 kg.

### 5.3 Descripción de los Problemas detectados en los Procesos

#### 5.3.1 Peso de las bolsas obtenidas en el envasado manual

Para el embolsado del cemento APU se emplean dos envasadoras manuales, en las cuales una persona es encargada de colocar la bolsa a llenar en cada uno de los ocho puntos de

llenado con los que cuenta cada envasadora. Con la finalidad de evaluar la exactitud del peso se procede a calcular la capacidad de proceso ( $C_p$ ) de cada línea.

**Test de normalidad.** A partir de un test de normalidad se identifica que el peso de las bolsas obtenidas en cada una de las ocho líneas del equipo envasador no se ajusta a una distribución normal. Por la naturaleza de la variable, el peso de bolsas debería distribuirse en forma normal con un peso promedio de 42.5 kg. En la Figura 27 se compara la distribución de los datos de peso de cada línea obteniéndose valores de  $p < 0.05$ .

**Capacidad de Proceso ( $C_p$ ).** Para cada línea se procede a evaluar la capacidad de proceso para una distribución no normal, para ello se ha considerado el peso promedio de 42.5 kg y una tolerancia de  $\pm 0.30$  kg como límites en la especificación del producto. En la Tabla 17 se identifica que todas las líneas poseen escaso cumplimiento con la especificación, puede concluirse que el proceso de embolsado “no es capaz” de cumplir con las especificaciones.

Tabla 17

*Valores de Capacidad de Proceso por Pitón*

Pitón	Peso promedio (kg)	Desviación estándar	Tamaño de muestra	Pp	Ppk	Fuera especificación (%)	
						Menor al LIE	Mayor al LSE
1	42.856	0.2418	188	1.10	-0.20	0.33	59.16
2	42.584	0.6219	197	0.50	0.50	26.85	36.42
3	42.290	0.2429	201	1.00	0.03	35.55	1.79
4	42.886	0.2909	203	0.84	0.04	0.92	61.62
5	44.063	0.5740	194	0.40	-1.68	0.06	98.61
6	42.990	0.4066	201	0.65	-0.41	2.60	67.99
7	42.931	0.6143	186	0.30	-0.13	11.70	58.44
8	43.140	0.4269	186	0.66	-0.81	1.38	78.71
Promedio	42.970					9.92	57.84

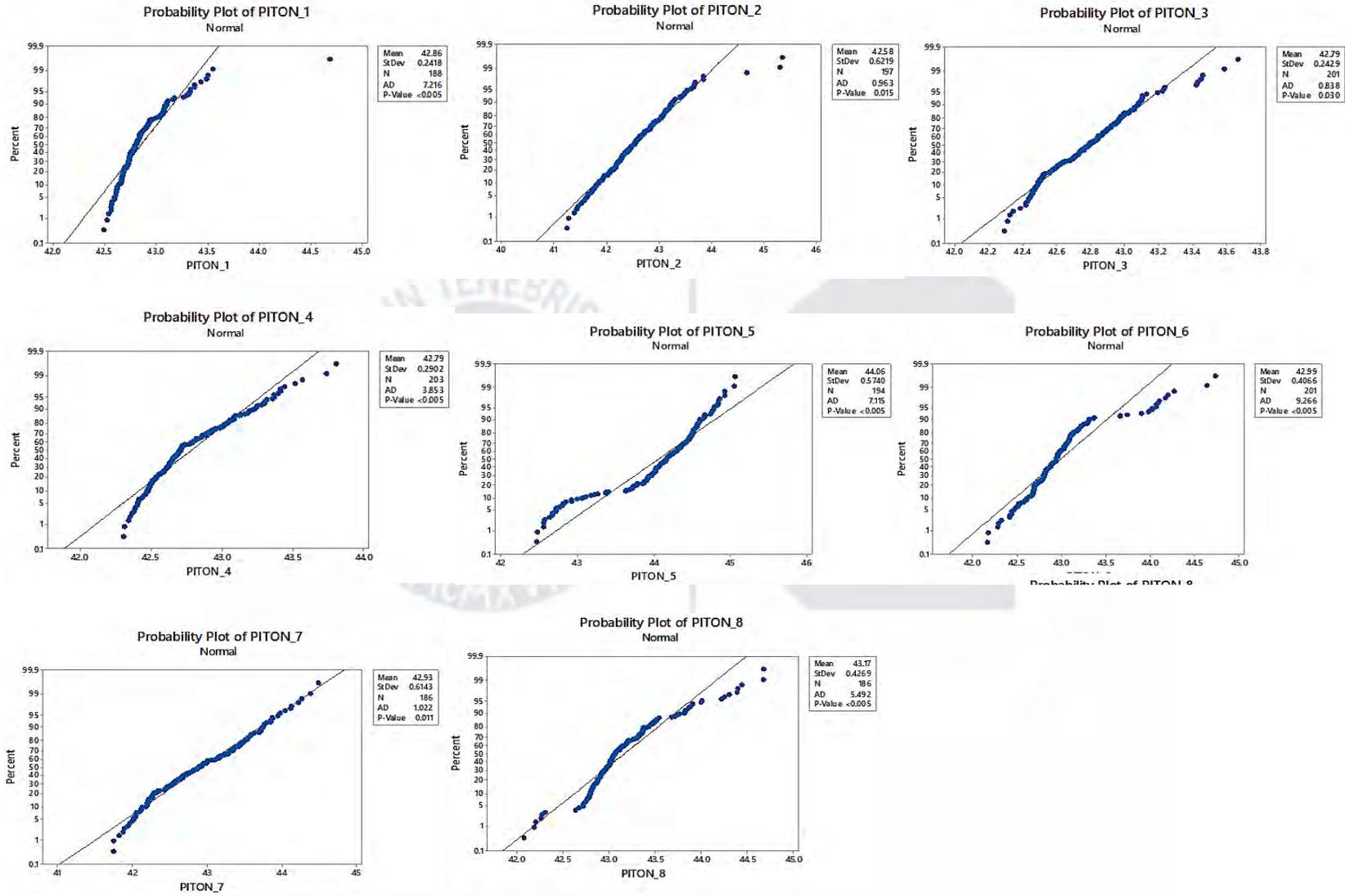
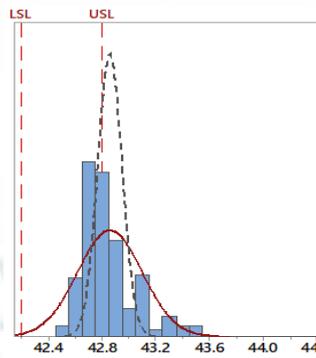


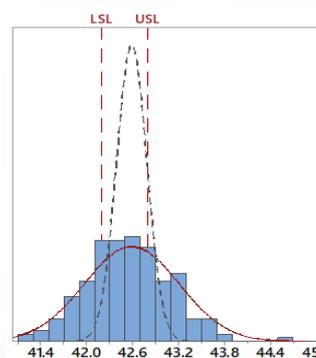
Figura 27. Representación del test de Normalidad. Líneas 1-8.

En la Figura 28 se muestra la distribución de la población de datos en comparación a los límites de especificación ( $42.5 \text{ kg} \pm 0.3$ ). En todas las líneas (o pitones) los datos reportan alta variabilidad, no se distribuyen en forma normal.

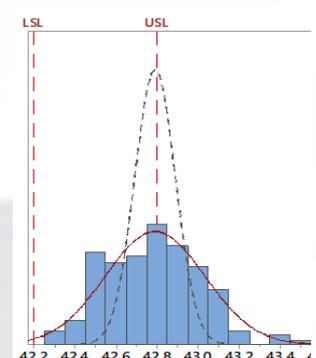
Pitón 1



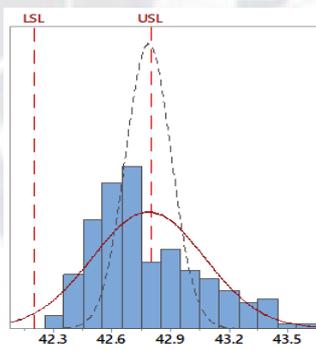
Pitón 2



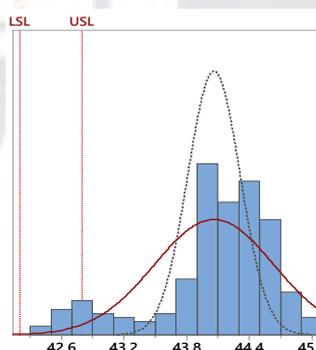
Pitón 3



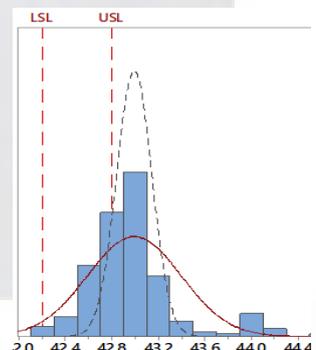
Pitón 4



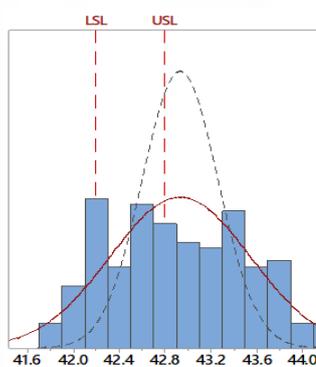
Pitón 5



Pitón 6



Pitón 7



Pitón 8

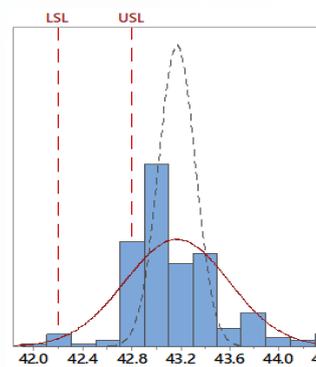


Figura 28. Distribución del peso de bolsas en cada línea o pitón.

Se encontró así que en el envasado de cemento APU, debido a que se despachan en promedio 0.578 kg/bolsa fuera de la especificación de los 42.5 kg/bolsa, se generó el año 2018 una pérdida de S/ 1'634,596, teniendo en cuenta que se despacharon 8'543,867 bolsas a un precio de producción referencial S/ 350 por tonelada.

#### **5.4 Herramientas para Mejorar los Procesos**

A través del diagrama VSM de la Figura 29 se representan la secuencia de actividades que se han identificado en el DAP. Se identifica que el proceso de envasado en las envasadoras manuales asignadas para el cemento GU o Cemento APU (denominación comercial) posee un tiempo de ciclo de 111 minutos con tiempos ociosos equivalentes a 73 minutos. De dicho tiempo se identifican que el mayor tiempo de espera está asociado a las actividades de corrección del peso generado por la presencia de bolsas con pesos mayor al nominal.

#### **5.5 Propuesta de Mejora**

Se requiere reemplazar el sistema de pesaje durante el envasado en los dos silos denominados de “embolsado manual” con la finalidad de reducir las pérdidas de producto. Se recomienda el reemplazo de las celdas de carga que deben ser instaladas bajo un sistema cerrado de control por PLC acompañado de la modificación de la instalación total del sistema de pesaje. El sistema dosificador propuesto comprende el mecanismo empleado para regular la salida del producto, el que estaría compuesto por electroválvulas, motores eléctricos, servomotores y actuadores neumáticos. La dosificación por pistón se realiza por medio del producto despachado desde la tolva de almacenamiento, llevándolo directamente hacia el pistón dosificador de carrera, el mismo que se activa abriendo espacio dentro de la boquilla de descarga para que el producto caiga en el empaque de tal forma que cuando no se encuentra activado, el paso del producto permanecerá sellado. La regulación de la dosis dependerá de la distancia de apertura dentro de la boquilla de descarga (Gonzales, 2014).

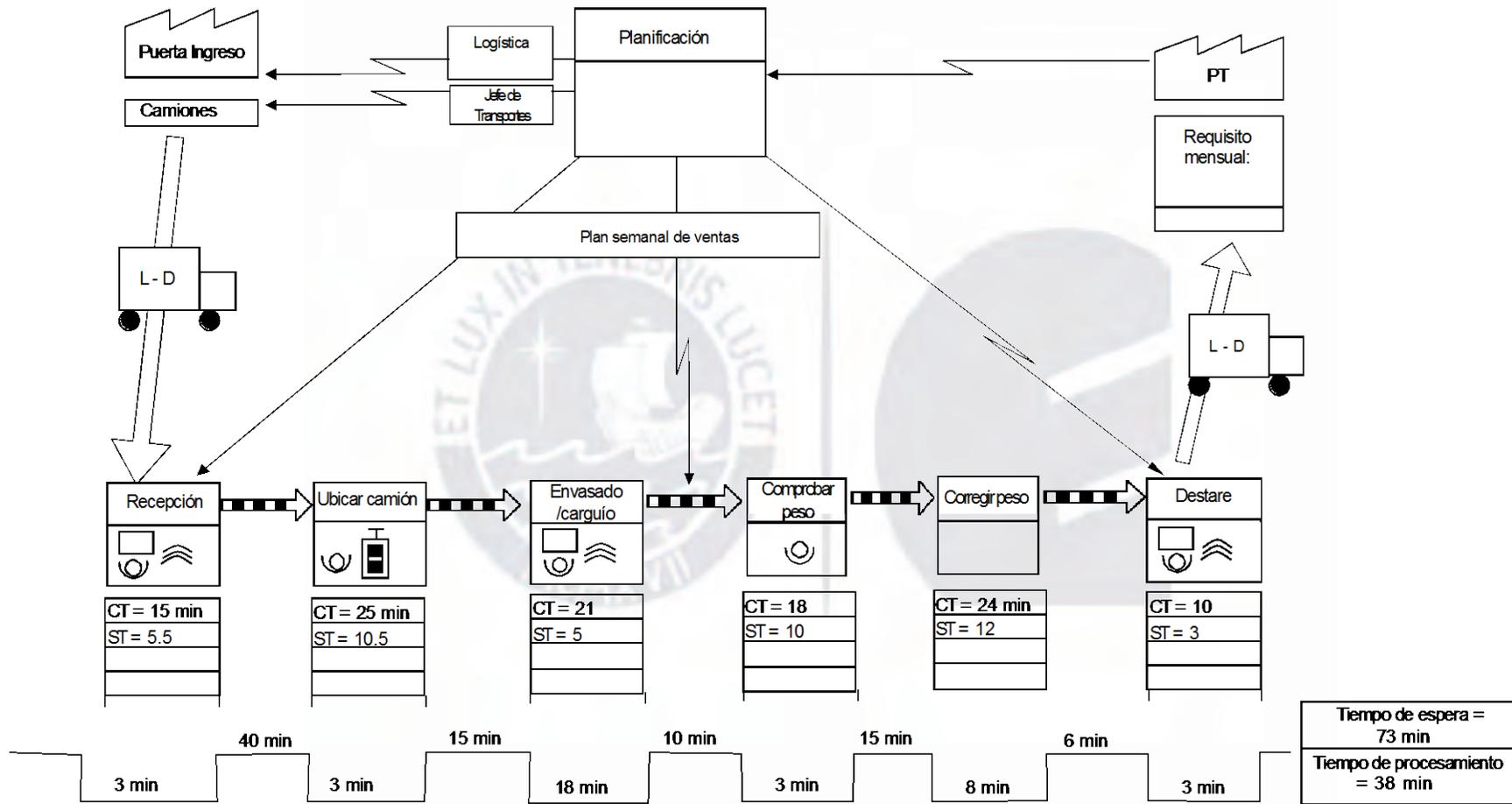


Figura 29. VSM para proceso de despacho. Líneas 1-8.

En la Tabla 18 se muestra la evaluación resultado de implementar la propuesta realizada.

Tabla 18

*Evaluación de Costos y Beneficios por Cambio de Sistema Dosificador de Cemento*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Modernización de 2 envasadoras manuales	1'254,000.0	Soles
Costo total de inversión	1'254,000.0	Soles
<b>Ahorro</b>		
Cemento APU despachado	8'543,867.0	Bolsas
Proporción fuera de especificación	0.6	kg/bolsa
Precio de venta	0.4	Soles/kg
Total ahorro	1'728,424.3	Soles
Beneficio al primer año	474,424.3	Soles

## 5.6 Conclusiones

El proceso de embolsado no se ajusta a una distribución “normal”, la medición de la capacidad de proceso alcanza valores menores de 1. El proceso de dosificación “no es capaz” de asegurar la reproducibilidad en el rango de precisión de las especificaciones. Esta variabilidad genera una pérdida económica estimada en USD 188,516 anuales; con el reemplazo del sistema de control y respuesta del sistema de dosificación se debe asegurar el embolsado dentro de las especificaciones establecidas.

En el ciclo de despacho del producto final existe tiempos elevados de espera, 73 de 111 minutos. Las esperas se producen en las etapas de recepción y estacionamiento de la unidad en el punto de despacho y la corrección del peso final como consecuencia de la variabilidad en el peso individual por bolsa.

Las esperas que se producen en el tiempo de ciclo empleado en el embolsado manual afectan al tiempo de permanencia de las unidades que trasladan el producto hacia los distribuidores.

## Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de Planta

En el presente capítulo se describe la distribución de planta de la unidad Atocongo de UNACEM con la finalidad de identificar oportunidades de mejora enfocadas en la efectividad en el empleo de los recursos disponibles en la organización.

### 6.1 Distribución de Planta

La planta de Atocongo es una instalación con una disposición física del tipo de distribución orientada a productos de procesos masivos y continuos con volúmenes altos de producción como es el caso de la fabricación de cemento.

Por el volumen de producción, en la Planta de Atocongo se identifican ocho zonas, a partir de la distribución física que se representa en la Figura 30.

1. Zona de extracción.
2. Zona de chancado de la caliza.
3. Zona de homogenización de la caliza.
4. Zona de molienda de crudo.
5. Zona de fabricación del clinker.
6. Fabricación de cemento.
7. Silos de almacenamiento.
8. Envasado.

### 6.2 Análisis de la Distribución de Planta

Con la finalidad de realizar un análisis de la distribución física de la planta Atocongo de UNACEM se realiza una representación en la Figura 31. La línea negra representa a la Av. Atocongo, la misma que es de tránsito público y que divide a la planta en dos secciones; por un lado, se encuentra el proceso de envasado y despacho y por el otro los procesos de fabricación.



Figura 30. Distribución física de la Planta Atocongo.  
Adaptado de Google Maps, 2019 (<https://goo.gl/maps/fqe7afKVtzJ3miN27>).

Cabe indicar que la instalación de la planta se remonta a los años setenta, en la cual la unidad se encontraba alejada de las zonas urbanas de la ciudad. La disposición de la planta se orientó de acuerdo a la ubicación del yacimiento. A partir de la representación de la Figura 31 se elabora el gráfico de relaciones de la Figura 32 con la finalidad de verificar si la distribución actual guarda relación con el flujo de materiales. Para dicho análisis se emplearon los valores de relación de la Tabla 19 y la Tabla 20.

Tabla 19

*Relación de Actividades*

Relación	Valores cercanos
Absolutamente necesario	A
Especialmente importante	E
Importante	I
Ordinario	O
Sin importancia	U
No deseable	X

*Nota.* Adaptado de *Planeación, Diseño y Layout de instalaciones* (p.110), por Platas y Cervantes, 2015. México.

Tabla 20

*Valores Según la Cercanía y Uso de Recursos*

Criterio	Valor
Uso de registros comunes	1.0
Compartir personal	2.0
Compartir espacio	3.0
Grado de contacto personal	4.0
Grado de contacto documentario	5.0
Secuencia de flujo de trabajo	6.0
Ejecutar trabajo similar	7.0
Uso del mismo equipo	8.0
Posibles situaciones desagradables	9.0

*Nota.* Adaptado de *Planeación, Diseño y Layout de instalaciones* (p.110), por Platas y Cervantes, 2015. México.

En el diagrama de relaciones, o diagrama de Muther, que se muestra en la Figura 32 se evidencia que la disposición física de las instalaciones presenta una disposición en concordancia con el flujo de los materiales.

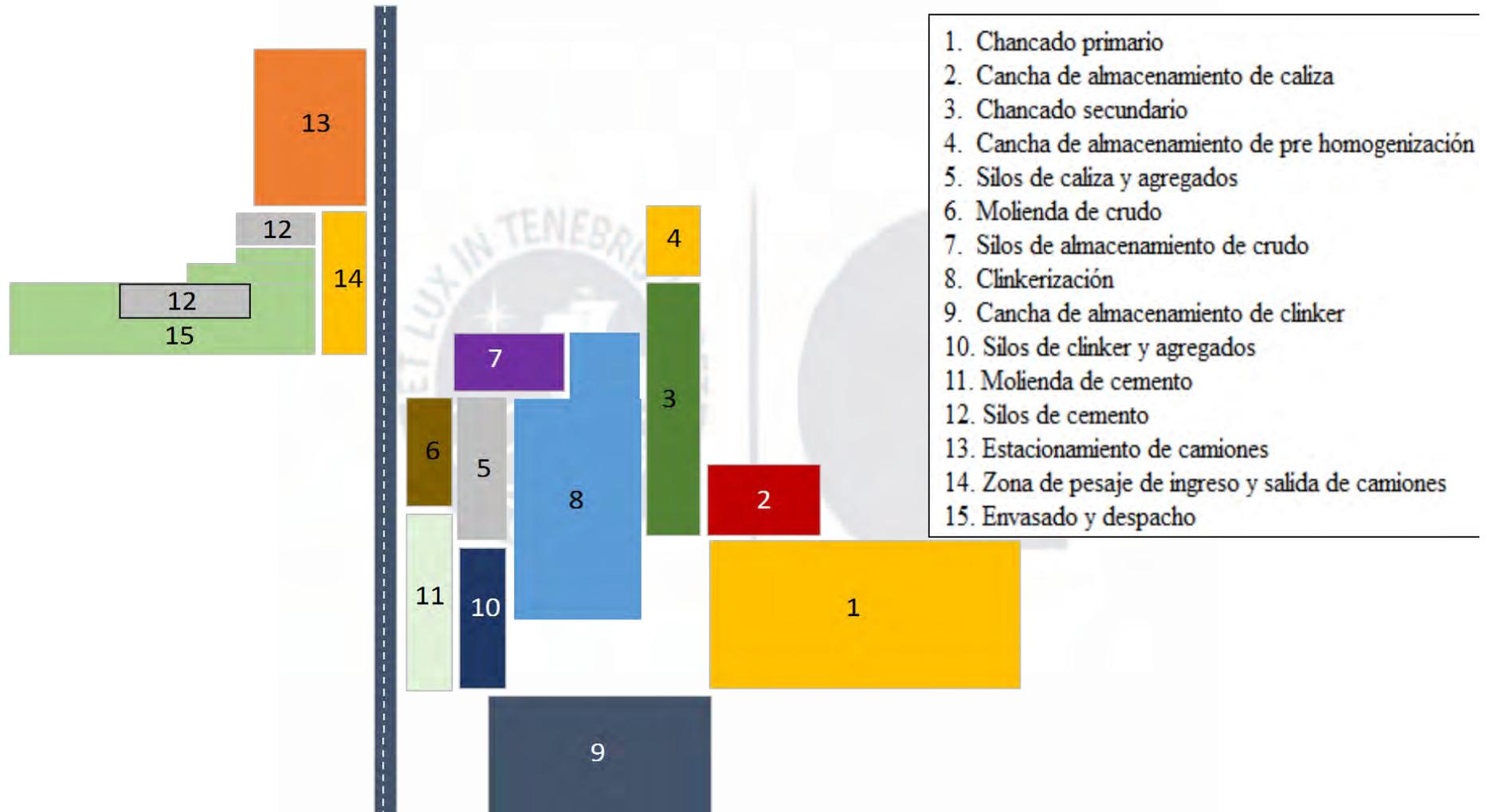


Figura 31. Layout de la Planta Atocongo (Distribución de las áreas productivas y despacho del producto final).



clinkerización; por lo tanto, en el análisis no se evidencia que esta disposición se contraponga con el flujo eficiente del producto.

Tabla 21

*Hoja de Trabajo para la Fabricación de Cemento*

Área de actividad	Grado de Vinculación					
	A	E	I	O	U	X
1 Chancado primario	2,3		4		5-15	
2 Cancha almacenamiento de caliza	3			4	5-15	
3 Chancado secundario	4			5	6-15	
4 Cancha de almacenamiento			5	6	7-15	
5 Silos de caliza y agregados	6				7-15	
6 Molienda de crudo	7		8		9-15	
7 Silos de almacenamiento de crudo	8				9-15	
8 Clinkerización	9		10-12		13-15	
9 Cancha almacenamiento de clinker			10		11-15	
10 Silos de clinker y agregados			11		12-15	
11 Molienda de cemento	12				13-15	
12 Silos de cemento	15				14	13
13 Estacionamiento de camiones			14		15	
14 Zona de pesaje de camiones			15			
15 Envasado y despacho						

A=6 E=5 I=4 O=3 U=2 X=1

Área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TCR
1	0	6	6	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	38
2	6	0	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	37
3	6	6	0	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	41
4	4	3	6	0	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	38
5	2	2	3	4	0	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	35
6	2	2	2	3	6	0	6	4	2	2	2	2	2	2	2	39
7	2	2	2	2	2	6	0	6	2	2	2	2	2	2	2	36
8	2	2	2	2	2	4	6	0	6	4	4	4	2	2	2	44
9	2	2	2	2	2	2	2	6	0	4	2	2	2	2	2	34
10	2	2	2	2	2	2	2	4	4	0	4	2	2	2	2	34
11	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	0	6	2	2	2	36
12	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	6	0	1	2	6	37
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	2	30
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	0	4	32
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	2	4	0	34

Figura 33. Relación de cercanía (TCR).

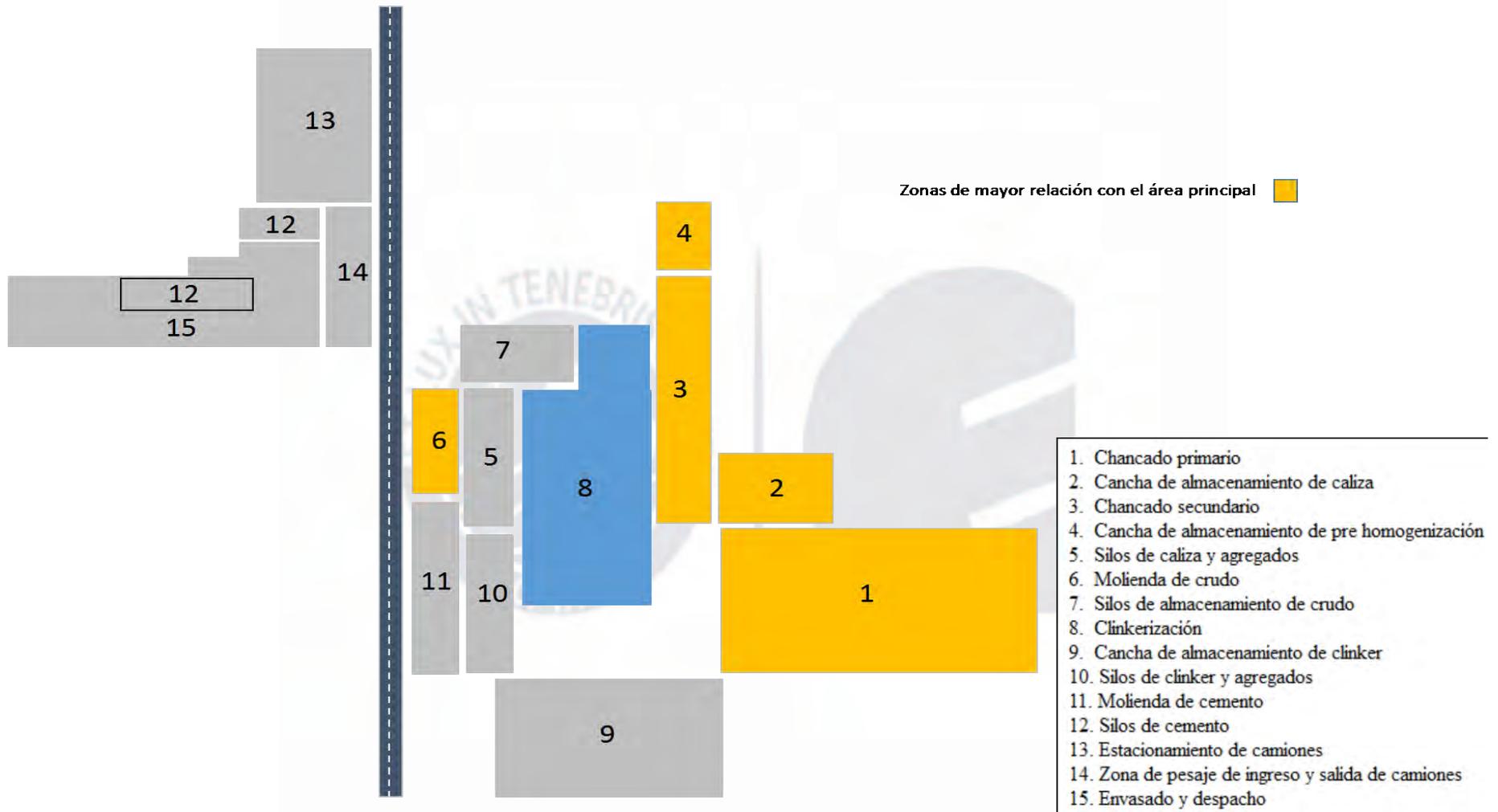


Figura 34. Distribución de Planta Atocongo donde se destaca el área de clinkerización.

### 6.3 Propuesta de Mejora

Como consecuencia del análisis de la distribución efectuado con los gráficos de relaciones entre actividades y la cuantificación del indicador TCR se evidencia que el proceso de clinkerización es la actividad de mayor importancia y que los procesos de preparación de la materia prima hasta llegar al acondicionamiento y almacenamiento del crudo se encuentran próximos al proceso importante. Sin embargo se ha identificado, la oportunidad de mejora en los costos asociados al acarreo interno del yeso empleado en la fabricación de cemento, siendo este el material agregado importado de mayor consumo para la fabricación de cemento (ver Figura 35), el cual se recepciona vía el sistema de transporte existente desde el muelle de la empresa pero genera la necesidad de retirarlo en el punto de recepción hacia una ruma alejada a alrededor de 1,800 m.

El yeso se recepciona en una cancha denominada “depósito de materiales” y luego se traslada a 6,100 m a fin de mantener la zona de descarga desocupada para la recepción de otros agregados importados. El traslado interno de este agregado genera la necesidad de alquilar camiones que representó un costo de S/ 3'370,141 el año 2018, en la Figura 36 se reportan los costos mensuales de movimiento de yeso durante el año 2018; el cual tiene un costo de S/ 24.26 por tonelada. Se ha identificado la oportunidad de implementar una pila de almacenamiento cerca al punto de recepción final con el fin de reducir la distancia de recorrido a 800 m y con ello el costo de traslado. Ambos escenarios se observan en la Figura 37.

Para este escenario se propone habilitar una zona de recepción de aprox. 9,000 m<sup>2</sup> representa una inversión estimada de S/ 132,000; lo que permitiría reducir los tiempos de traslado en un 60%. Se ha estimado una reducción de la tarifa a un valor de S/ 19 por tonelada debido al menor recorrido que tendrán que realizar los volquetes de la empresa

contratista. En la Tabla 22 se muestra el resultado de la evaluación económica, obteniendo un beneficio de S/ 103,709 en el primer año.

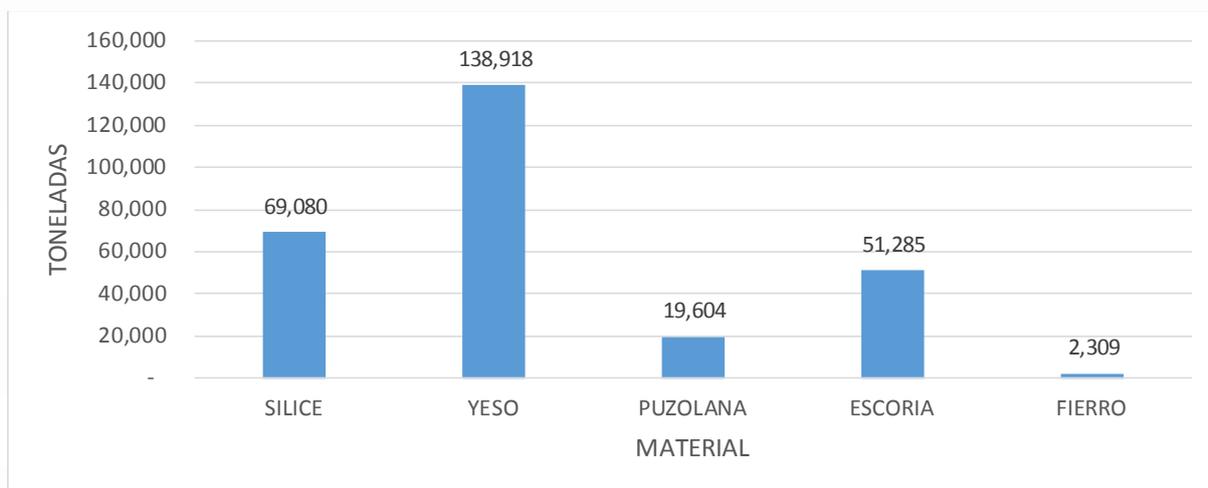


Figura 35. Agregados para la fabricación de cemento.



Figura 36. Costos de traslado interno de yeso.

Tabla 22

*Evaluación de Costos y Beneficios por Reubicación de Recepción de Yeso*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Habilitación de nueva cancha de almacenamiento de yeso	627,000	Soles
Costo total de inversión	627,000	Soles
<b>Ahorro</b>		
Yeso trasladado	138,918	Toneladas
Diferencia entre costos de traslado	5	S//tonelada
Total ahorro	730,709	Soles
Beneficio al primer año	103,709	Soles

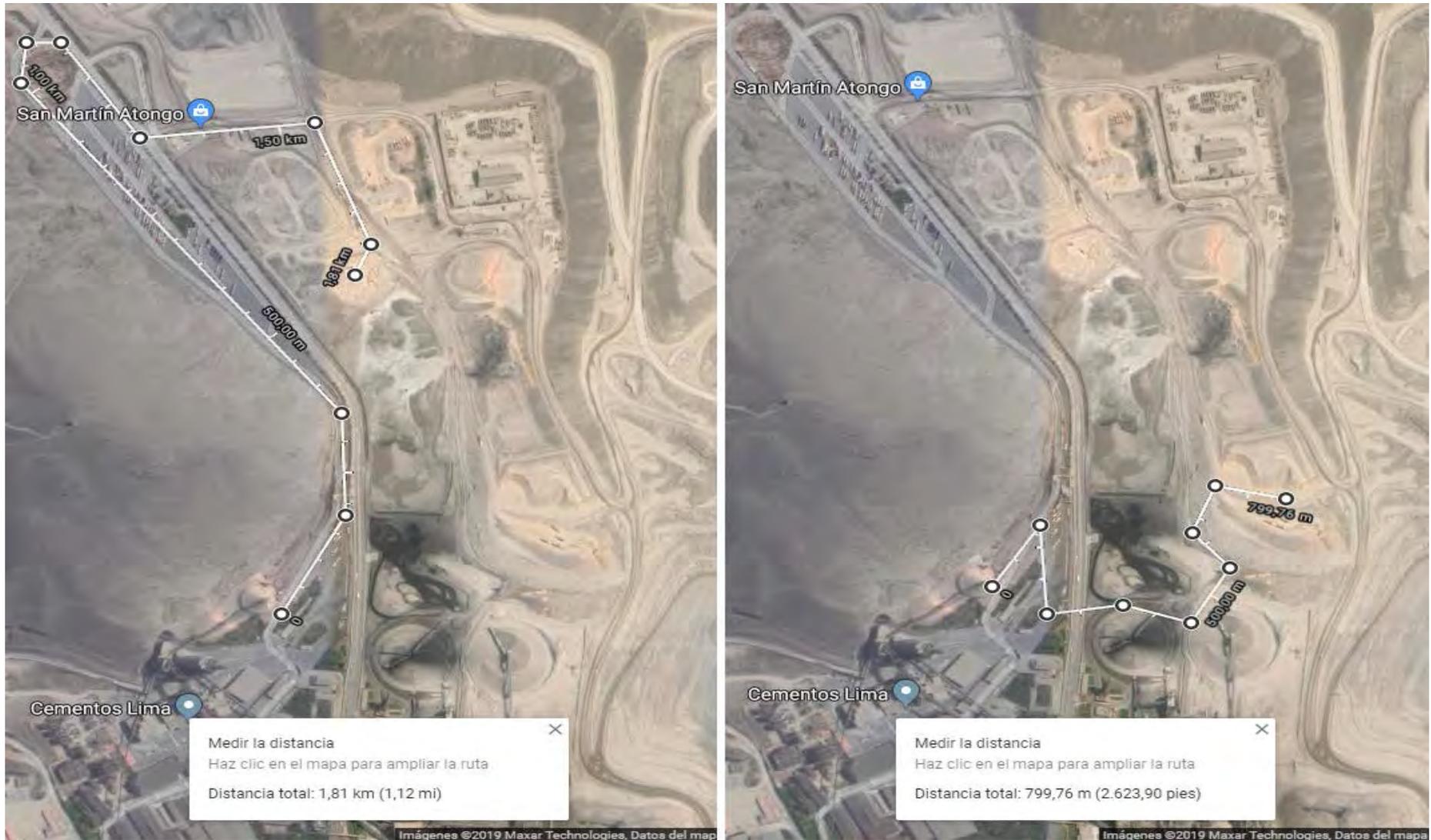


Figura 37. Ruta actual y propuesta para el almacenamiento del yeso.

## 6.4 Conclusiones

La zona de mayor TCR con un puntaje de 44, es la zona correspondiente a los hornos de clinkerización. Es el proceso crítico en la fabricación de cemento, donde convergen los productos intermedios como el crudo que luego transformado se dirige hacia los molinos donde el cemento obtiene el tamaño adecuado para su comercialización.

La distribución de la planta es idónea y concordante con el flujo de los materiales. Por los volúmenes de producción se traslada el material a través de bandas transportadoras que aseguran velocidades y tiempos de respuesta adecuados, esta disposición ha considerado la disponibilidad de canchas de gran tamaño para el almacenamiento intermedio de los agregados o materiales semi terminados lo cual le permite a la empresa generar una estrategia de *postponement* en su cadena de suministros orientadas a definir el momento para la producción de cada uno de los tipos de cemento que ofrece al mercado.

La disposición de la planta presenta dos áreas bien definidas, por un lado, las áreas de producción desde las actividades de extracción de la caliza hasta la obtención del cemento; y, una segunda área constituida por los edificios dedicados al envasado y despacho del producto. Adicional a ello, existen los edificios correspondientes a las unidades administrativas y auxiliares alejadas de las condiciones de operación como son el ruido y polución.

A la fecha, como consecuencia de la expansión de las zonas urbanas de la ciudad de lima la planta de Atocongo se encuentra rodeada de la población civil que genera la necesidad de cumplir con los estándares medio ambientales que exige el Ministerio del Ambiente.

## Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo

La División de Recursos Humanos de UNACEM, a través de su Departamento de Desarrollo, Organización y Métodos (DOM), es la responsable del planeamiento y diseño del trabajo. Las responsabilidades del mencionado departamento son las siguientes:

- Evaluación del clima organizacional
- Revisión de la política salarial
- Organización
- Estudio de puestos y perfil de puesto
- Selección de personal
- Evaluación de personal
- Normas y Procedimientos
- Planificación de sucesión de recursos humanos
- Comunicaciones internas
- Diseño de Trabajo

### 7.1 Diseño del Trabajo

Como parte del diseño del trabajo, el DOM maneja la norma y procedimiento denominado RLOM-001-NPG que describe la elaboración y/o modificación de perfiles de puestos. Esta norma y procedimiento interno tiene como salida el perfil de puesto de trabajo, en el cual se detallan entre otros:

- Título del puesto
- Dependencia y dependientes
- Misión del puesto
- Deberes y responsabilidades
- Relaciones de trabajo internas y externas
- Conocimientos básicos y complementarios requeridos

- Habilidades y actitudes requeridos por el puesto
- Línea de carrera del puesto

En el diagrama de flujo de la Figura 38 se muestra la secuencia para la creación de un nuevo perfil de puesto de trabajo, en el cual intervienen no solo el área solicitante y el DOM, sino se tienen controles adicionales pasando el perfil de puesto por la revisión de las jefaturas superiores del área solicitante hasta llegar a la gerencia correspondiente de esa área.

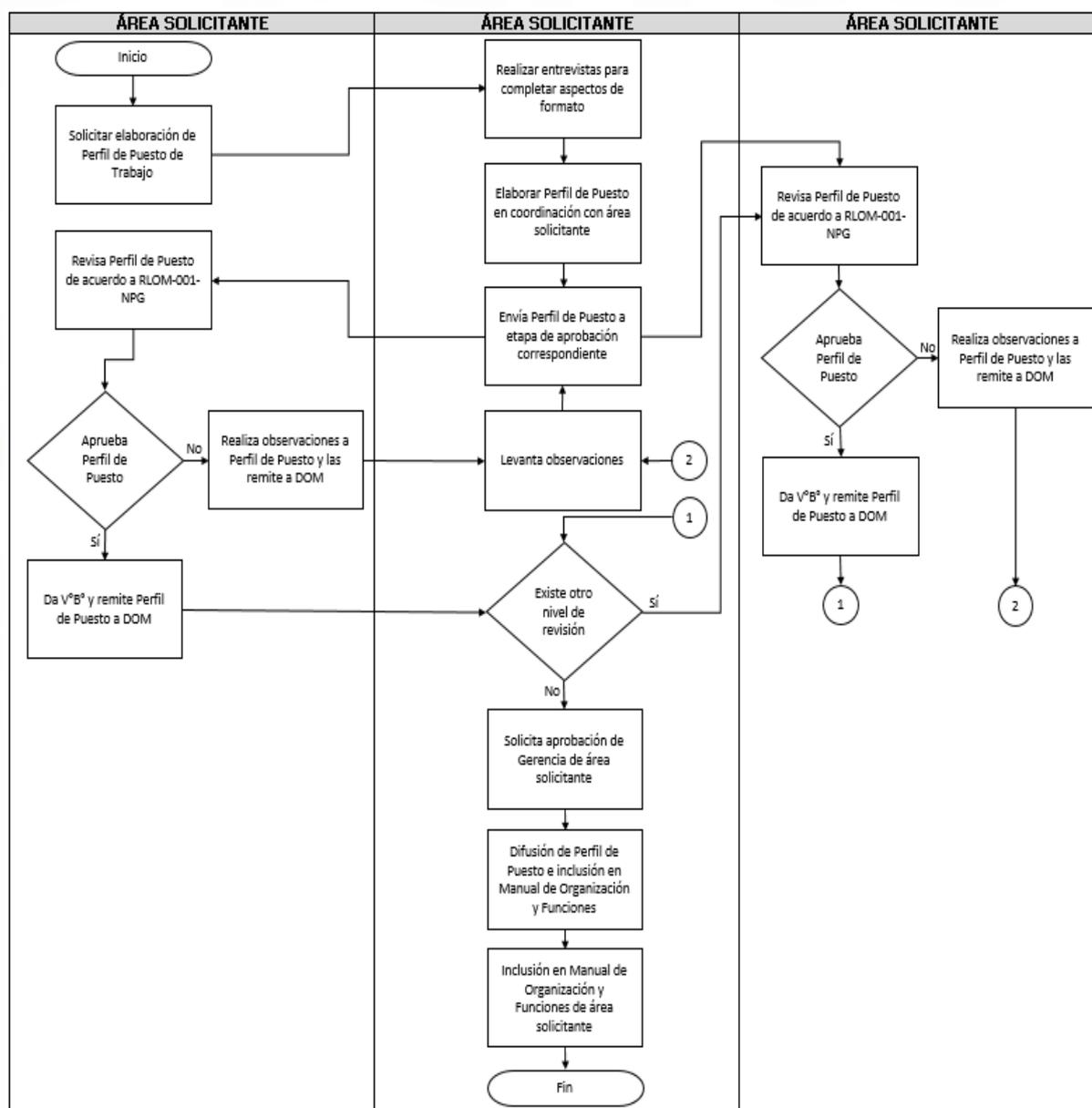


Figura 38. Secuencia de creación de Perfil de Puesto de Trabajo UNACEM.

Adaptado de “Elaboración y/o modificación de puestos de perfiles de puestos”, por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2010, Lima, Perú.

## 7.2 Satisfacción en el Trabajo

Por otro lado, la medición de la satisfacción en el trabajo ha sido medida por la DOM a través de encuestas de clima organizacional, siendo la primera de ellas del año 2014 y la segunda del año 2018, ambas realizadas por consultoras externas. La Figura 39 muestra la evolución que ha habido entre estas dos encuestas según los resultados reportados por la consultora.

Año	Resultado
2014	62
2018	70

ALERTA	OPORTUNIDAD DE MEJORA	MODERADA FORTALEZA	CLARA FORTALEZA
--------	-----------------------	--------------------	-----------------

*Figura 39.* Resultados de encuestas de clima organizacional. Adaptado de “Memoria Anual 2018”, por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2018, Lima, Perú.

Parte de esta mejora en los resultados de clima organizacional, se deben al trabajo del Departamento de Capacitación (CAP), el cual es responsable de:

- Programa Anual de Capacitación y Entrenamiento (PACE). El cual evalúa, planifica y ejecuta las necesidades de capacitación del personal, estas necesidades del personal son evaluadas mediante el procedimiento interno PG-GA-004, Evaluación de Desempeño y Detección de Necesidades de Capacitación, dando énfasis a la capacitación en temas relacionados con la Seguridad y Salud en el Trabajo, dando como resultado la información que muestra la Tabla 23.
- Actividades deportivas. El departamento de CAP promueve anualmente un campeonato de fútbol 8 en el cual pueden participar todos los trabajadores de la empresa.
- Instituto UNACEM. A partir del 2018, este programa busca compartir las mejores prácticas y homologar las operaciones entre las distintas plantas cementeras de la corporación.

Tabla 23

*Horas de Capacitación UNACEM*

Clasificación laboral	Horas anuales totales por género		Horas anuales promedio por persona por género	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Administrativos	10,971	1,529	47	26
Empleados	3,408	517	27	18
Operarios	7,781	26	23	26

*Nota.* Adaptado de “Memoria Anual 2018” (p. 27), por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2018, Lima, Perú.

### 7.3 Métodos en el Trabajo

La planta de UNACEM es altamente automatizada, no encontrándose estaciones de trabajo en las que se puedan optimizar las operaciones, pero sí se cuenta con personal para las labores operativas de apoyo (limpieza de precalentadores, pase de materias primas a silos, movimiento de bolsas de cemento), en las que no se pudo evidenciar manuales de métodos de trabajo. Dentro del control de los procesos a través del sistema de control y automatización de la planta, se encontró que la División de Producción, perteneciente a la Subgerencia de Producción (SGPA), cuenta con algunas instrucciones específicas para la operación de los hornos rotativos. Dentro de las áreas de soporte, las subgerencias de Sistemas y Tecnología de la Información y Comunicaciones (STIC), Mantenimiento (SGMA), Control de Calidad (DCCA) cuenta también con algunos de sus procedimientos escritos.

### 7.4 Medición del Trabajo

No se encontró evidencia de estudio de tiempos para la medición del trabajo, siendo esto justificado por el grado de automatización de la planta, donde la intervención de personas es mínima en los procesos productivos.

### 7.5 Propuesta de Mejora

La estandarización en las operaciones es un objetivo de la Gerencia de Operaciones Atocongo que, de acuerdo a lo expuesto en el marco teórico, busca incrementar el rendimiento de los trabajadores, mejorar la calidad de los productos y mejorar los servicios

resultados del trabajo a través de los métodos del trabajo (Baca et al., 2014). En base a este objetivo de la Gerencia de Operaciones se encontró evidencia del desarrollo de instructivos de operación pero únicamente para los hornos rotativos, los cuáles son utilizados por los operadores del Cuarto de Control.

Se propone que las áreas de soporte elaboren también Manuales de Operación dentro de su alcance, donde cada área debe proponer a un responsable de esa labor, la cual debe ser liderada por el Departamento de Capacitación (CAP), el cual debe encargarse de gestionar el conocimiento de las operaciones y procesos de apoyo, haciendo seguimiento mediante un control de cambios, evaluando periódicamente si existe alguna actualización que sea necesaria incluir en estos manuales. Se propone el diagrama de flujo de la Figura 40 para la elaboración de los Manuales de Operación.

Aplicando esta propuesta de mejora, se busca minimizar el tiempo de atención cuando se presenten las fallas que ocurren con mayor frecuencia en las áreas operativas. Como ejemplo para el análisis del beneficio, se toma las fallas eléctricas que se han producido en año 2018 en los hornos rotativos. En la Figura 41 se muestra un diagrama de Pareto con las toneladas de clinker dejadas de producir por estas fallas, identificando como los problemas de mayor frecuencia: (a) revisiones eléctricas, (b) falla de PLC, (c) falla de balanza de alimentación, (d) falla de retroaviso. Estas fallas en conjunto ocasionan que se dejen de producir 36,960 Tm de clinker, lo que al precio de US\$ 37.5 FOB por tonelada que se exporta, representan S/ 4'500,000 que se pueden dejar de percibir por ese concepto.

Para estimar el ahorro, se toma como referencia la cantidad de horas de parada que ha reducido el área de Producción, quienes han venido estandarizando y documentando sus procedimientos de operación. La Figura 42 muestra la evolución de la reducción de horas de parada sumadas entre los dos hornos de producción de clinker, gracias a estas mejoras implementadas en esa área en los últimos 5 años. De este gráfico tomamos como referencia

que en el primer año se estima poder reducir en un 3% la cantidad de horas de parada, lo que representan S/137,131 soles de ahorro en tiempos de parada de producción de clinker.

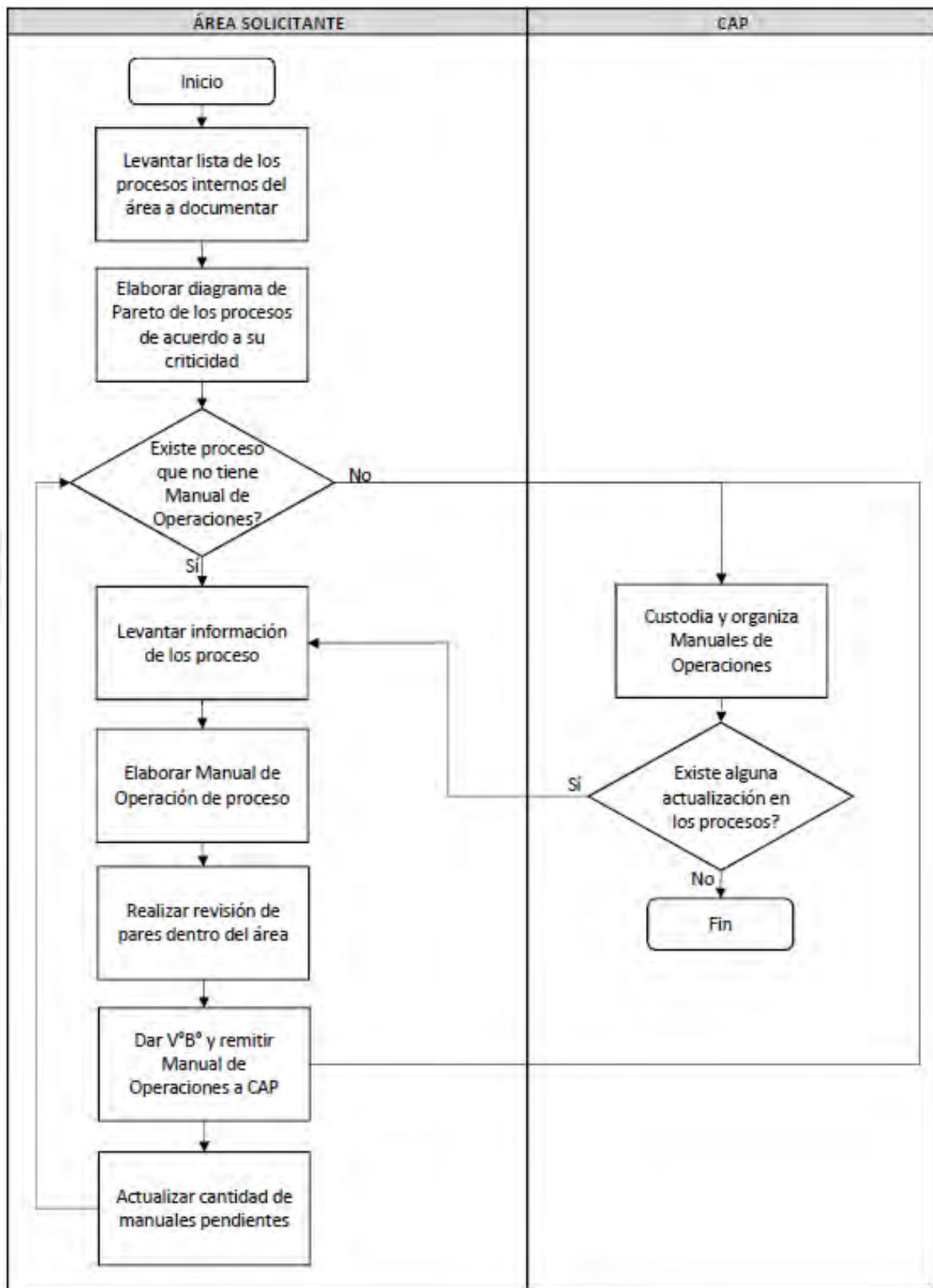


Figura 40. Secuencia para elaboración de Manuales de Operación.

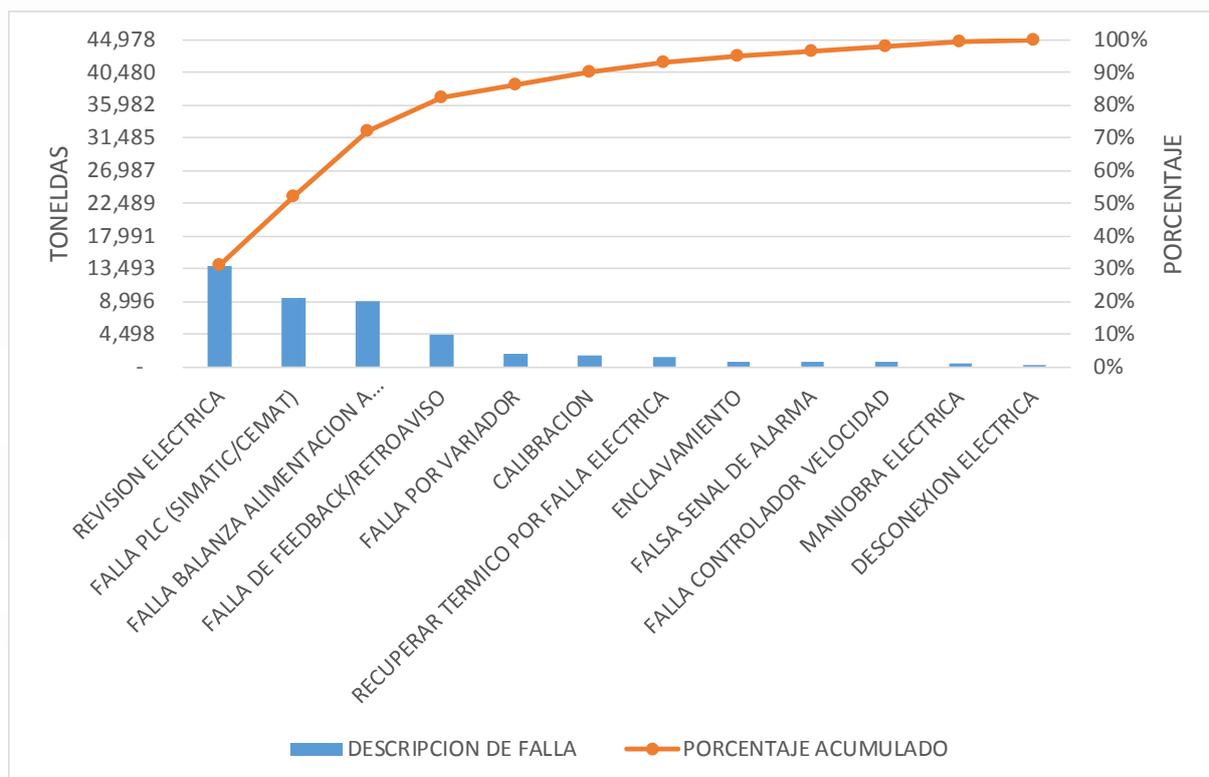


Figura 41. Diagrama de Pareto para fallas eléctricas en hornos.

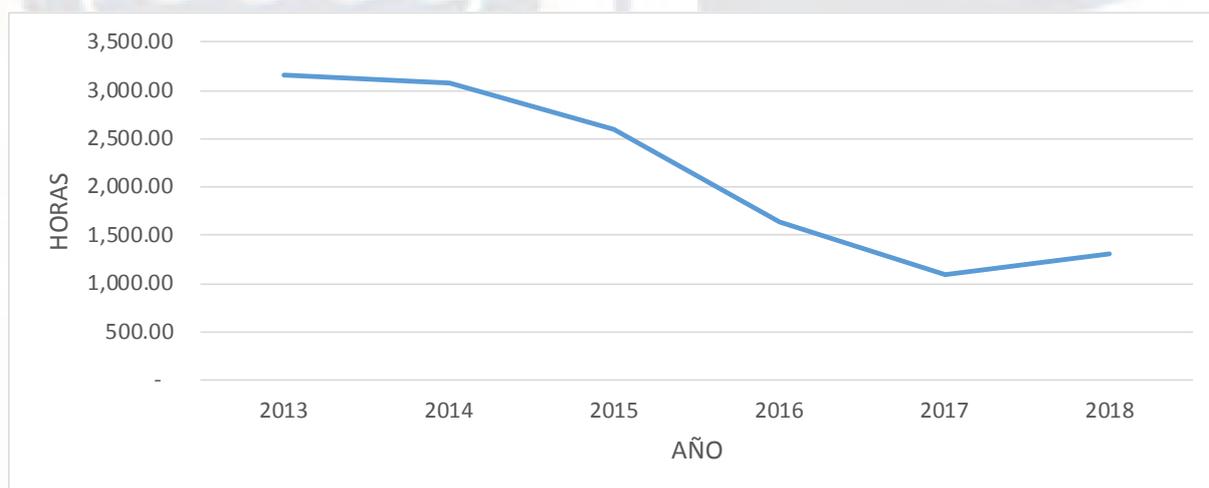


Figura 42. Horas de paradas de hornos atribuibles a Producción.

La Tabla 24 presenta el beneficio obtenido con la implementación de esta propuesta de mejora, el cual es un beneficio inicial, ya que para los años subsiguientes el beneficio mejorará debido a que existe baja rotación de personal, por lo que no se darán capacitaciones seguidas, y se realizarán únicamente actualizaciones al manual de procedimiento, teniendo que invertir menos de lo inicial.

Tabla 24

*Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Manuales de Operación en Mantenimiento Eléctrico*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Desarrollo de manuales		
Personal para desarrollo de manual	3	personas
Tiempo requerido	60	días
Costo personal	200	Soles/día
Costos desarrollo de manuales	36,000	Soles
Capacitación personal operario		
Personal operario	10	personas
Costo de capacitación	100	Soles/hora
Horas requeridas	48	horas
Costo capacitación	48,000	Soles
Inversión total	84,000	Soles
Ahorro	137,131	Soles
Beneficio	53,131	Soles

## 7.6 Conclusiones

Se cuenta con normas y procedimientos establecidos para el diseño del trabajo, haciendo partícipe del proceso a todos los involucrados en el diseño del puesto de trabajo y especificando en detalle los alcances del mismo.

La empresa se ha preocupado recientemente en medir el grado de satisfacción en el trabajo, pues la primera medición de este indicador se realizó el año 2014. No se recibió una justificación del por qué la siguiente medición se realizó 4 años después de la primera.

Al ser los procesos automatizados, no se le ha prestado la debida atención a los métodos de trabajo. Aun cuando existe una preocupación por parte de la Gerencia de Operaciones para la estandarización de los mismos, no se ha observado iniciativas concretas en la elaboración de manuales de operación más allá de esfuerzos aislados.

## **Capítulo VIII. Planeamiento Agregado**

El Perú alberga una población de más de 30 millones de habitantes que garantizan la demanda de una serie de elementos básicos, entre ellos de infraestructura y vivienda, resultando beneficioso para UNACEM. Según el ranking del Informe de Competitividad Global 2015-2016 del World Economic Forum el Perú se posiciona en el puesto 89 de 144 países en lo que refiere a infraestructura, siendo este el principal motor para el crecimiento y bienestar de la población (Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025, 2015).

### **8.1 Estrategia de Planeamiento Agregado**

UNACEM no cuenta con un proceso de planificación agregada, pero mantiene una proyección estimada de producción que va de acuerdo al crecimiento de las ventas de cemento. Esta demanda, que se incrementa en 4% aproximadamente cada año, está impulsada básicamente por los grandes proyectos de infraestructura (por ejemplo, la línea 2 del Metro de Lima, Juegos Panamericanos, entre otros). Debido a esto, ha optado por una estrategia de nivelación, que consiste en mantener la fuerza de trabajo constante, sin embargo, presenta una dificultad para la continuidad de sus operaciones en los días en que el área de Envasado y Despacho no labora (domingos y feriados), existiendo cuellos de botella por no contar con almacenamiento disponible.

### **8.2 Análisis del Planeamiento Agregado**

El área productiva es bastante importante en la organización, ya que de ella dependen los pronósticos y la estimación de los recursos para atender a la constante demanda, además se encarga del monitoreo de los resultados para ejercer algún ajuste de la realidad frente a lo programado. Por otro lado, se encuentra el área de almacén y despacho, que principalmente recauda el cemento y los instala en los nueve silos de almacenamiento (ocho silos y un multisilo) que los mantienen en condiciones hasta su desplazamiento a los clientes, el

transporte es de los clientes. La fuerza de trabajo es importante para continuar con la calidad ofrecida, por lo que es importante retener al personal y brindar capacitaciones en diferentes áreas de trabajo, a fin de movilizar recursos en procesos que lo ameriten, cuando existan holguras de tiempo e incrementar la hora efectiva de trabajo. Se ha identificado que estas holguras de tiempo principalmente se dan con trabajadores próximos a jubilarse, y que son reacios aún a los cambios o nuevos aprendizajes. En ninguna de las actividades de producción se considera la subcontratación, dado que la organización realiza todas las operaciones principales con personal propio.

### 8.3 Pronóstico y Modelación de la Demanda

El pronóstico de la demanda está en correlación al PBI proyectado. Según el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) para el año 2019 es de 4.4, tal y como se muestra en la Figura 43.

PBI POR SECTORES ECONÓMICOS						
(Var. % real)						
Sectores	2015	2016	2017	2018 <sup>e/</sup>	2019 <sup>p/</sup>	Tendencia
PBI	3.3	4.0	2.5	4.3	4.4	
Agropecuario	3.1	2.5	2.6	5.2	4.2	
Pesca	18.2	-9.0	4.7	28.7	3.5	
Minería e Hidrocarburos	8.4	12.6	3.2	1.0	3.3	
Manufactura	-0.9	-0.6	-0.3	5.9	3.4	
Electricidad y Agua	6.6	7.7	1.1	3.1	3.5	
Construcción	-5.3	-2.5	2.2	6.5	6.7	
Comercio	3.1	2.8	1.0	3.2	3.4	
Servicios	5.2	4.4	3.3	4.6	4.3	

e/ 2018: Estimado. Rango entre 3,8 y 4,5% p/ 2019: Proyectado  
Fuente: INEI, MEF, BCR  
Elaboración: IEDEP

*Figura 43.* PBI por sectores económicos. Tomado de “Proyecciones Macroeconómicas 2018-2019”, por Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP), 2018 (<https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/proyeccionesmacro/iedep%20proyecciones%200718.pdf>).

### 8.4 Debilidades en el Ajuste de la Demanda

Estrategia: Publicidad y promociones. Las principales causas de desviación en la demanda que es estimulada por reducciones en el precio, o incrementos en donde se genera

mayor demanda debido a que los clientes esperan poder encontrar el precio anterior antes del cambio.

Uso del inventario para nivelación: Mantener el inventario tiene un costo que la empresa no está calculando. Por otro lado, cuando no se realizan despachos, este permanece en los silos generando tiempos muertos en operación.

Uso de la capacidad instalada total: Por ejemplo, el horno trabaja 23.41 horas al día, lo que puede ocasionar paradas inesperadas.

### **8.5 Planeamiento de Recursos**

La demanda del cemento se establece de manera anual, se confirma mes a mes y se revisa periódicamente según la necesidad de la División de Envase y Despacho de Atocongo (DEDA). El planeamiento agregado, por el contrario, establece volúmenes de producción por día, siendo controlados al final del día independientemente del turno de trabajo.

### **8.6 Propuesta de Mejora**

Para el año 2018 tuvo un cumplimiento del 89%, como se visualiza en la Tabla 25, con respecto a las ventas, siendo así que, mantener la fuerza de trabajo constante, sin subcontrataciones, acumulando inventario listo para ser entregado a los clientes es una alternativa que aún requiere analizar otros escenarios.

UNACEM no ha logrado identificar cuáles son las unidades agregadas por cada tipo de producto, por lo que proponemos la contratación de una empresa consultora a fin de poder integrar el pronóstico junto con las áreas de marketing, que como hemos visto es un importante factor en el despacho del cemento, comercial y logística, ya que dependerá del área de despacho el ritmo de producción, a fin de alinearlos y no generar holguras de tiempo en planta. Esta consultoría tiene una inversión superior a los US\$ 70,000 y la realiza la empresa GS1 Perú, dependiendo del tamaño de la empresa. Los objetivos que se buscan con esta implementación son:

Tabla 25

*Producción y Pronóstico de UNACEM del Año 2018*

Actividad	Tipo de cemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pronostico	I	306,026	264,535	291,202	283,579	305,320	293,322	290,640	317,929	307,230	321,908	307,337	297,236
	IP	16,765	16,899	14,272	12,878	14,116	15,266	15,590	16,092	16,649	17,539	16,624	16,126
	V	4,979	5,099	5,438	5,159	7,183	5,696	5,342	5,811	6,204	6,399	6,180	6,148
	GU	49,904	44,799	46,311	52,117	50,171	46,521	52,238	56,666	55,313	59,167	55,403	53,317
	HS	13,730	11,907	15,717	13,241	14,055	12,744	13,593	14,654	14,691	15,409	14,761	14,304
Producción	I	376,146	243,140	306,429	343,430	390,370	264,957	349,258	248,591	335,989	263,802	269,899	264,459
	IP	9,042	6,240	3,672	2,787	43,524	3,925	5,838	3,289	3,206	3,122	4,168	5,814
	V	3,839	1,874	2,536	2,202	1,822	4,080	5,163	2,739	4,024	2,619	4,229	4,881
	GU	105,932	62,850	69,048	96,222	87,195	62,349	62,372	84,152	71,218	70,872	91,449	86,822
	HS	29,896	40,024	27,268	37,176	57,472	28,756	24,254	30,816	38,183	31,566	53,655	39,157

- Maximización de la capacidad de operación, a fin de verificar los recursos necesarios para atender la demanda.
- Reducción de holguras de tiempo en producción.
- Utilización y distribución adecuada del almacenamiento en orden al tipo de cemento que tenga la máxima productividad por unidad agregada.
- Mejor capacidad de respuesta ante los cambios imprevistos.

### **8.7 Conclusiones**

El área de Despacho de UNACEM es quien monitorea el pronóstico y va calzando la demanda de acuerdo a las evaluaciones mensuales que realiza, debiendo ser el área de Planeamiento y Control de Producción quienes estimen los valores mensuales complementando los costos de recursos a fin de optimizar mejor la combinación de estos para atender el mercado. Para realizar el pronóstico de la demanda UNACEM considera como dato incremental el PBI estimado para el año siguiente, como hemos visto, para el año 2018 este cálculo tuvo un déficit de 11% que, sin atender, podría significar una pérdida de S/ 200 millones para la empresa aproximadamente.

## **Capítulo IX. Programación de Operaciones Productivas**

Como se señaló en el capítulo anterior, las decisiones de mediano plazo están basadas en el Plan Agregado de Producción por ello, en este capítulo nos enfocaremos en las decisiones operativas o de corto plazo que constituyen el día a día de la operación detallando el modo y los criterios con los que UNACEM lleva a cabo la programación de las operaciones productivas que permiten que las operaciones estén alineadas y cumplan con los planes de mayor nivel.

### **9.1 Optimización del Proceso Productivo**

Las operaciones productivas diarias requieren de una coordinación estrecha para la asignación de recursos, establecimiento de la secuencia de trabajo, coordinación con la supervisión de mantenimiento, entre otros. Así, para la producción de los productos requeridos UNACEM cuenta con un módulo MRP en SAP que determina la cantidad de insumos requeridos según el plan agregado de producción. Las decisiones operativas diarias buscan obedecer a este plan con la finalidad de cumplir con las cuotas establecidas de producción para cada producto. El seguimiento y control diario de la producción se realiza a través de hojas de cálculo, para ello, la División de Producción Atocongo (DPRA) es la encargada de realizar la programación de la producción. Como salida de este proceso se tiene el plan de producción semanal cuyo cumplimiento permitirá tener la línea de productos en tiempo y cantidad óptimos acorde con la demanda del mercado de los diferentes productos de la empresa y en las presentaciones determinadas.

El personal de la DPRA debe realizar una revisión semanal de los equipos operativos (chancadoras primarias, secundarias, molinos de cemento, hornos rotatorios, prensas de clinker) para una semana determinada y en base a la disponibilidad de los mismos, selecciona en el sistema SAP los equipos involucrados para la producción de un tipo de cemento determinado en una semana específica; por su lado la División de Envase y Despacho

(DEDA) verifica en el sistema el stock de bolsas y *big bags*; cuya compra se realiza a través de un acuerdo comercial con fijación de precios con reabastecimientos mes a mes sin un control detallado de los stocks disponibles. Así, en la Tabla 26 se observa que el stock de seguridad es de más de medio año sobrepasando inclusive el año para el cemento de tipo HS.

Tabla 26

*Consumo de Bolsas de Cemento por Tipo de Cemento en Planta Atocongo*

Marca	Unidades en almacén	Consumo acumulado 2019	Consumo Junio	Meses de stock
Sol	15'641,920	15'113,327	2'811,374	6.2
Apu	9'439,712	6'612,908	1'060,308	8.6
Andino Ultra	3'509,188	1'741,288	330,107	12.1

Optimizar un proceso productivo en donde intervienen agentes internos (áreas de mantenimiento, almacenes, marketing, comercial, seguridad patrimonial, entre otros) y externos (empresas transportistas, proveedores, comercializadoras y grandes clientes) implica un control minucioso y una coordinación estrecha que permita resolver cualquier problema de manera eficaz en un corto plazo. UNACEM, al ser una empresa de producción masiva continua produce todos los días del año (salvo paradas planificadas y otras de fuerza mayor), esto a su vez, demanda una gran planificación de turnos de trabajo de todo el personal a cargo para atender tanto a la producción local como a los clientes de exportación (para los casos de clinker) los mismos que exigen niveles estandarizados de calidad en base a las exigencias previamente aceptadas y validadas por la División de Control de Calidad.

Las operaciones internas de UNACEM permiten la continuidad y fluidez del proceso siendo los silos de almacenamiento los cuellos de botella identificados en el proceso dado que una vez llenos el proceso productivo es detenido, por ello el despacho debe mantener una continuidad permitiendo la descarga balanceada de estos depósitos al máximo posible.

Así como en los procesos controlados por el personal de planilla de la empresa también se presentan oportunidades de mejora en aquellas operaciones realizadas por terceros como la operación de estiba de bolsas de cemento la misma que es llevada a cabo por la empresa ESMAT la misma que realiza la operación con 60 trabajadores por día a razón de 20 trabajadores por turno. Esta empresa es contratada por las propias empresas comercializadoras. Así, en una visita nocturna a la planta se pudo observar que UNACEM, al ser tercero responsable, ha implementado mejoras relativas a la seguridad de estos trabajadores incorporando líneas de vida y un sistema de control por botones para el accionamiento y detención del sistema de envío de bolsas hacia los camiones, lo cual ha permitido una reducción constante del índice de frecuencia acumulado. De esta manera se puede apreciar en la Figura 44 que para la operación de la Planta Atocongo, este índice se redujo drásticamente pasando de 12.8 en junio de 2015 a 4.1 en junio de 2019, aun cuando esta empresa representa el 8% de los accidentes que tienen empresas contratistas en la planta el año 2018. Por ello tanto la operación de estiba como otras de alto riesgo como mantenimiento y producción deben ser vigiladas cuidadosamente evitando el exceso de confianza.



Figura 44. Estadísticas de seguridad en las operaciones 2015–2019 de UNACEM. Tomado de "Informe del comité de seguridad y salud en el trabajo, julio 2019" (p. 8), por UNACEM, 2019. Lima, Perú: UNACEM.

## 9.2 Programación

La programación agregada de la producción en UNACEM es llevada a cabo de manera anual con revisiones semanales mientras que la programación semanal de la producción de la planta se maneja a través del ERP SAP en su módulo de producción en donde, a la vez que se ingresan los datos de demanda por semana, el MRP del sistema ejecuta la explosión de materiales, calcula el stock necesario y reserva la materia prima (la misma que se obtiene desde la explotación de las canteras Atocongo, Atocongo Norte y Pucará) e insumos adicionales (aditivos y bolsas) para el proceso diario.

La compra de insumos de producción y mantenimiento se lleva a cabo a solicitud de las áreas involucradas quienes calculan el lote de pedido mínimo, stock de seguridad y punto de reorden según criterios de cada área y a través de la Subgerencia de Logística. Para el caso de componentes e insumos con consumo no estandarizado en el sistema este pedido se ejecuta a través del sistema mediante la colocación y aprobación de una SOLPED, por otro lado, para el caso de productos con stock mínimo y precio establecido en el sistema, el ERP genera automáticamente una SOLPED cuando calcula la falta de un insumo para la producción como bolsas o repuestos y aditivos asociados a los planes de mantenimiento.

El sistema SAP de UNACEM administra datos en vivo de la capacidad de producción de cada una de las líneas, asegurando la operatividad continua de la planta. A su vez, el pronóstico de la demanda se lleva a cabo en base a solo un parámetro macroeconómico como es el PBI de construcción, el cual tiene la misma tendencia que el consumo de cemento (ver Figura 45). Basado en este pronóstico y en criterios de la Gerencia Comercial se determina el porcentaje de incremento o disminución de la producción para un año específico. No obstante, la producción final confirmada en el sistema es cambiante ya que es revisada diariamente según los datos de demanda proporcionados por el área de la DEDA lo que no permite establecer niveles estándar de producción mensuales.



Figura 45. Consumo de cemento y el PBI de Construcción. Tomado de “Reporte estadístico 2018” (p. 25), por ASOCEM, 2019. Lima, Perú: ASOCEM.

### 9.3 Gestión de la Información

La Gerencia Comercial comunica las necesidades de producción en base a la proyección de ventas que, como se comentó en el punto anterior, está directamente correlacionada con el PBI de construcción y otros criterios gerenciales que pueden hacer que este pronóstico sea modificado. Así, en la DPRA de UNACEM, se utilizan canales formales de la empresa como correos electrónicos a fines de año (y de manera no establecida otras comunicaciones en los meses subsiguientes) para determinar el porcentaje de incremento o disminución para el año siguiente.

### 9.4 Propuesta de Mejora

Luego de la evaluación realizada a la forma como la DPRA realiza la programación de las operaciones se identificaron las siguientes propuestas de mejora:

- Establecer una planificación formal entre ventas y operaciones (S&OP) que permita una comunicación fluida entre las áreas a fin de identificar oportunamente potenciales cuellos de botella como la disponibilidad de silos de cemento para la producción de aquellos productos con mayor demanda. Al tratarse de una operación con certidumbre total es aconsejable el establecimiento de un sistema de programación lineal que permita optimizar los parámetros críticos de la operación

tale como: planificación de stocks de insumos, planificación del movimiento de materiales, planificación del programa de producción, planificación de la ocupación de maquinarias, entre otros (D'Alessio, 2012).

- Se identificó que no existe un plan de consumos de bolsas de cemento mensual que permita optimizar los pedidos de bolsas. Esto se reafirmó con el análisis del stock de reserva el mismo que va desde los 6 meses para el cemento Sol hasta más de un año para el cemento tipo HS. A fines de junio 2019 el stock de bolsas sobrepasaba los S/ 38.5 millones, stock que podría reducirse a la tercera parte consiguiendo una reducción del capital inmovilizado por S/ 25.6 millones, ahorro de espacio y mejores condiciones de almacenamiento para las bolsas, reduciendo el nivel de rechazo de estas.
- Se debe evaluar la implementación de mejoras en el sistema SAP. Durante las visitas realizadas a la planta, se identificó la existencia de problemas en la funcionalidad del SAP tales como: (a) El sistema de asignación de ubicaciones a los vehículos para la carga de bolsas no estaba funcionando la función automática de asignación de tickets, por lo que el controlador debía realizar esta función de manera manual generando pérdidas de tiempo y sobrecarga de trabajo; (b) El personal de la DEDA no podía ingresar al sistema de consulta del plan de producción semanal y modificarlo en caso el personal de producción Condorcocha se encontrara en el mismo módulo generando esperas y la necesidad de trabajar en hojas de cálculo por fuera del sistema.

Así, luego de la evaluación del costo de un consultor SAP, se estima que en un periodo de seis meses y una inversión de S/ 160,187.5 (1920 horas de consultoría SAP y 40 horas adicionales de capacitación y elaboración de manuales) se podrían levantar todas las observaciones que tendrían un impacto directo en las operaciones, con un beneficio directo en

la reducción de tiempos y dinero. Así, como se observa en la Tabla 27, se calcula un beneficio en el primer año de S/ 600,594.5.

Tabla 27

*Evaluación de Costos y Beneficios para la Implementación de Mejoras en el Sistema SAP  
Concernientes a la DEDA y a la DPRA*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Contratación de dos consultores por seis meses (1920 horas de programación SAP)	307,560	Soles
Horas de capacitación y generación de manuales (40 horas)	6,408	Soles
<b>Costo total de inversión</b>	<b>313,968</b>	<b>Soles</b>
<b>Ahorro</b>		
Horas ahorradas por el supervisor de despacho	50	Horas/mes
Costo de la hora del supervisor de despacho	42.75	soles/hora
Ahorro anual de horas del supervisor de despacho	25,650	Soles/año
Horas ahorradas por el supervisor de producción	10	Horas/mes
Costo de la hora del supervisor de producción	186	Soles/hora
Ahorro anual de horas del supervisor de producción	22,320	Soles/año
Incremento en el número de camiones despachados por día	1	Camiones
Número de bolsas promedio de cemento por camión	590	Bolsas
Facturación incremental por mayor despacho de camiones	2,888,640	Soles/año
Ingreso incremental (30% de utilidad por bolsa)	866,592	Soles/año
<b>Total ahorro</b>	<b>914,562</b>	<b>Soles</b>
<b>Beneficio al primer año</b>	<b>600,595</b>	<b>Soles/año</b>

## 9.5 Conclusiones

Se ve necesario que la Subgerencia de Producción realice un análisis en conjunto (S&OP) con las áreas de Producción, Planificación, Ventas Nacionales y Exportaciones, lo cual representa una magnífica oportunidad para el análisis de un sistema de programación lineal que permita establecer funciones objetivo a optimizar.

A su vez, al no tener a su cargo la operación de estiba de camiones, la empresa se encuentra expuesta a muchos riesgos operacionales asociados con la seguridad de los

trabajadores tercerizados. Así, en los últimos cinco años se implementaron medidas de seguridad para estos trabajadores asociados a controles de ingeniería. Esto trajo consigo la reducción de los índices de accidentabilidad reportados.

Luego de levantar información del proceso se evidenció la necesidad de que la Subgerencia de Sistemas de Información y Comunicaciones evalúe la implementación de mejoras al sistema ERP. Por ello se considera oportuno que la DEDA realice un informe detallado sobre todas las mejoras a realizar en el sistema que según se reportó, empezó en vigencia sin tener el 100% de la operatividad validada por los usuarios.

Finalmente, al tener el cemento una demanda bastante estable por su condición de *commodity*, se llega a la conclusión de que la operación de UNACEM es susceptible a una mayor optimización en el control de stocks de insumos para producción y mantenimiento lo que puede generar muchos ahorros operativos y reducción en los tiempos de atención a las operaciones del día a día.

## Capítulo X. Gestión Logística

La Subgerencia de Logística de UNACEM es la encargada de administrar los almacenes techados de la empresa para la atención de pedidos de suministros a la producción y repuestos para mantenimiento. Por su parte la Dirección de Producción Atocongo administra los almacenes de insumos (a excepción de los almacenes de bolsas que son administrados por la Subgerencia de Logística) representados por las canteras, almacenes de productos en proceso y almacenes de producto terminado representados por los silos de almacenamiento.

Asimismo la Subgerencia de Logística lleva a cabo la función de compras de bienes y servicios así como la generación y administración de contratos. Esta subgerencia centraliza las compras tanto para las plantas Atocongo como Condorcocha y cuenta con la estructura funcional detallada en la Figura 46.

### 10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento

La Subgerencia de Logística es la responsable de coordinar y supervisar las gestiones oportunas de toda la adquisición de bienes y servicios de UNACEM, asegurando la atención de las órdenes de compra en condiciones ventajosas para la empresa para lo cual realiza una selección de proveedores y una evaluación periódica de los mismos.

Esta subgerencia cuenta con un grupo de compradores que procesan órdenes de compra luego de las aprobaciones de las solicitudes de pedidos y órdenes de compra automáticas que se procesan luego de que el MRP emite solicitudes de pedidos automáticas. Este tipo de solicitudes de pedido se llevan a cabo para las áreas de mantenimiento y almacenes quienes tienen configurados en el sistema los respectivos puntos de reorden, tamaños de lote y tiempos de demora para los pedidos, cerca de mil productos cuentan con estos datos en el sistema permitiendo otorgarle agilidad al proceso de procura. Se evidenció

que la División de Producción no cuenta aún con estos parámetros configurados en el sistema.

En la gestión de las órdenes de compra, la Subgerencia de Logística controla que el costo de adquisición esté de acuerdo a las condiciones presupuestadas de costo, tiempo de entrega y calidad, sin embargo solo cuenta con un indicador de tiempo de entrega para dicho fin. Esta área es la encargada a su vez de preparar el Plan de Compras basado en la gestión por “Categorías de Materiales” e implementa directivas y procedimientos que optimicen su gestión. La Tabla 28 se detallan los procedimientos con los que cuenta la Subgerencia dentro del Sistema Integrado de Gestión de la empresa.

Tabla 28

*Procedimientos de la Subgerencia de Logística de UNACEM*

Procedimiento	Código del Procedimiento
Registro y Evaluación de Proveedores de Bienes y Servicios	DCOM-P-002
Accidentes en el Transporte de Materiales, Equipos y Repuestos	UCM-30-00000-005-P
Evaluación de Impactos Ambientales y Riesgos	PG-GG-009
Recepción de Insumos	PG-GO-001
Control de Productos No Conformes	PC-GO-001
Contratación de Servicios y Evaluación de Contratistas	PG-GA-007
Adquisición y Control de Insumos Químicos Fiscalizados	COM-001-NPE
Recepción y Almacenamiento de Materiales en Almacén Fábrica	UCM-30-00200-001-P
Evaluación de cotizaciones y desempeño de servicios para mantenimiento	UCC-10-40000-005-P
Recepción, Identificación, Transporte, Manipulación, Almacenamiento y Conservación de Bienes.	P-ALM-001

En coordinación con el Jefe de División de Compras de Bienes y Servicios, la subgerencia define los requisitos que deben cumplir los proveedores de bienes y servicios, para ser considerado en el Maestro de Proveedores de UNACEM S.A.A.

Entre las principales familias de productos adquiridas por la empresa se encuentran:

- Energía (gas natural, combustible)
- servicios de explotación de las canteras,
- repuestos de automatización,

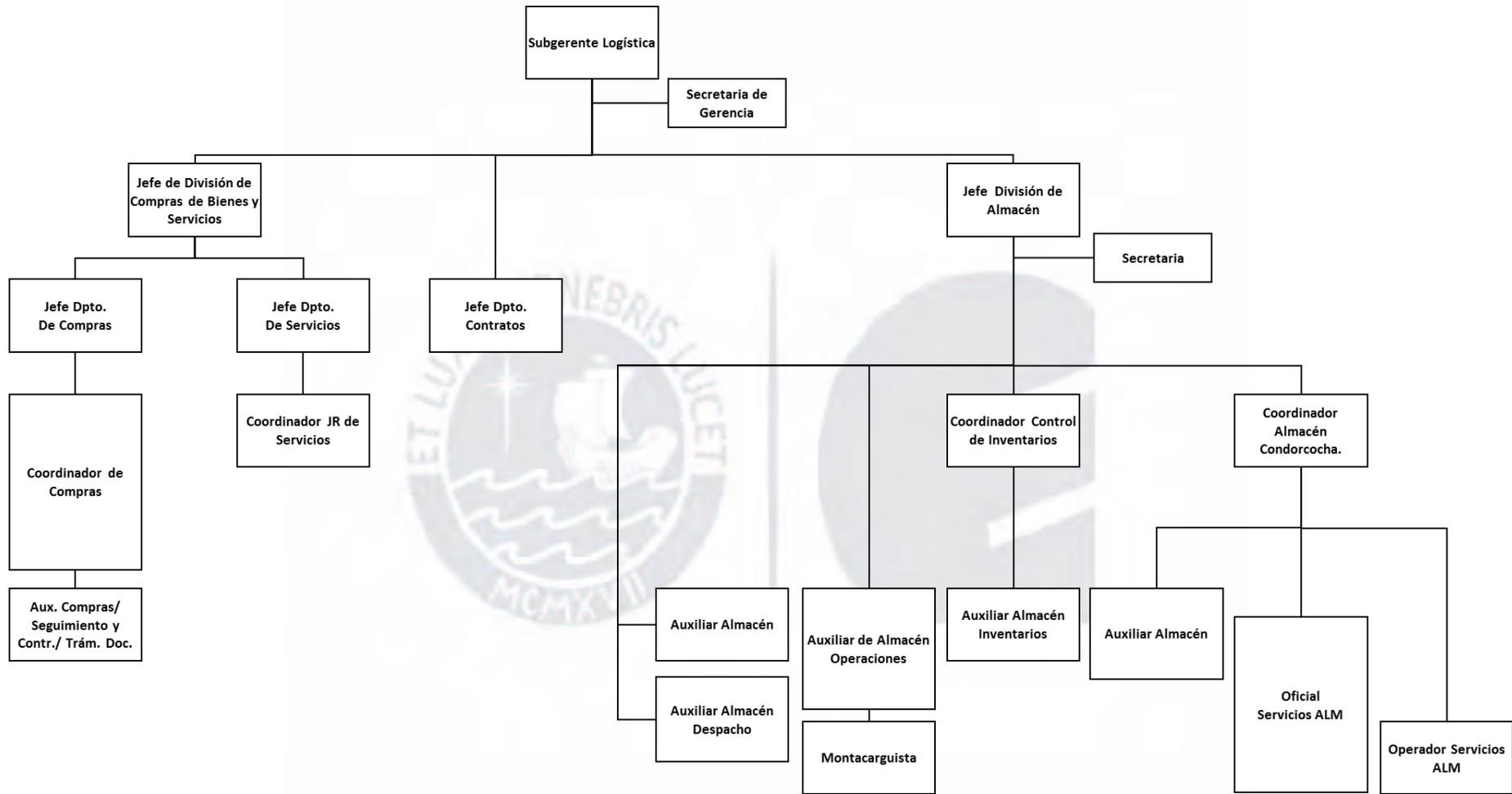


Figura 46. Organigrama de la subgerencia de logística de UNACEM.

- repuestos mecánicos y eléctricos,
- mantenimiento industrial,
- servicios medio ambientales,
- ladrillos refractarios,
- bolsas para el cemento,
- yeso y otros aditivos,
- servicios de telefonía, datos y redes,
- entre otros.

Para la adquisición de esta gama de productos, UNACEM cuenta con cerca de 1,500 proveedores entre nacionales y extranjeros. La decisión de compra de un bien en el mercado local o en el mercado internacional se basa en criterios de tiempo de entrega, calidad y precio de los productos. Para ello la subgerencia toma en cuenta la diferencia entre el costo de compra en el mercado local y los costos asociados a la compra importada tales como: flete, desaduanaje, seguros, transporte en destino, custodia y otros propios de la actividad. Asimismo la subgerencia, haciendo uso del juicio de expertos, ha calculado el costo de gestión de una orden de compra local y una de orden de compra importada monto que es añadido a los costos anteriormente descritos (ver Tabla 29).

Tabla 29

*Comparación entre Costos de Gestión de Órdenes de Compra Local e Importada*

Costo	Año	
	2017 S/	2018 S/
Gestión de orden de compra local	116.79	110.43
Gestión de orden de compra importada	350.37	331.30
Diferencial	233.58	220.87

En cuanto a la evaluación de los proveedores, la Subgerencia de Logística sólo realiza este proceso para aquellos proveedores que cumplen las siguientes características:

- Proveedores cuyo monto comprado anual constituya parte del 80% de las compras monetarias incluyendo aquellos que suministran bienes críticos y peligrosos así como servicios críticos.
- Proveedores cuyos bienes y/o servicios afecten directamente la calidad del producto: materias Primas, bolsas, aditivos de molienda, agregados de molienda (puzolana, escoria, yeso), carbón, ladrillos refractarios, bienes y servicios críticos (Instituto Nacional de Calidad, METROIL, calibraciones, entre otros).

La periodicidad de evaluación es de cada 5 años siendo los principales puntos a evaluar: (1) conformidad de datos en la página web de SUNAT con 2% de peso en la evaluación, (2) Sistema de Gestión de Calidad, Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente así como Responsabilidad Social y políticas en pro de los Derechos Humanos y Anticorrupción con 86% de peso en la evaluación, (3) servicio postventa y garantía de los productos con 6% de peso en la evaluación y, (4) calificación del proveedor en las centrales de riesgo con 6% de peso en la evaluación. En la Tabla 30 se listan los proveedores sujetos a evaluación como resultado del diagrama de Patero de las compras realizadas en 2018.

## **10.2 La Función de Almacenes**

Para el control de almacenes de producto terminado la DPRA tiene a su cargo el control y seguimiento al uso de los ocho silos individuales y el multisilo. Estos silos permiten responder al mercado como parte de la estrategia de *postponement* de la empresa.

Por otra parte, como se muestra en la Tabla 31, esta subgerencia administra un total de quince almacenes techados con un área aproximada de 13,600 m<sup>2</sup>, los mismos que permiten mantener un stock de seguridad de repuestos críticos, materiales de construcción, lubricantes, productos promocionales, bolsas y otros para uso futuro en proyectos; cargas que son trasladadas y acomodadas utilizando los equipos que se muestran en la Tabla 32.

Tabla 30

*Principales Proveedores de UNACEM*

	Proveedor
Transportadora de Gas del Perú S.A.	Siemens S.A.C.
San Martín Contratistas Generales	Thyssenkrupp Industrial Solutions
Compañía Eléctrica El Platanal S.A.	Aliaga & Baluis S.A.C.
Forsac Perú S.A.	Ecología y Tecnología Ambiental SAC
Imi fuels LLC.	Sim Contratistas Generales E.I.R.L.
Unión de Concreteras S.A.	M & h Group S.A.C.
ARPL Tecnología Industrial S.A.	Yura S.A.
Hunt Oil Company of Peru LLC	Lh Trading Inc.
Pluspetrol Camisea S.A.	International Materials Inc.
Gas Natural de Lima y Callao S.A.	Telefónica del Perú S.A.A.
Vigilancia Andina S.A.	Roca Fuerte Inversiones Inmobiliari
La Viga S A	FISmith Inc.
Obras Civiles y Mineras S.A.C.	Gcp Brasil Industria e Comercio de
CONCREMAX S.A.	Redecam Group s.p.a
Petróleos del Perú Petroperú s.a.	Demarsa S.A.C.
Mantenimiento y Supervisión s.a.	Servicios Integrales Marítimos S.A.
SK Innovation sucursal peruana	Deposito Aduanero Conchán S.A.
Itochu Corporation (toklh section)	Servicios de Ingeniería S.A.C.
Refratechnik Cement GmbH	IPESA S.A.C.
Haug S.A.	Cía. Peruana de Radiodifusión S.A.
Trombini Embalagens S.A.	Empresa de servicios generales Ventura
Lucky S.A.C.	Haver & Boecker Latinoamericana
Compañía Minera Lafayette S.A.	Cornei Contratistas Generales S.A.C
A. Berio y Cía. S.A.C.	Circomunicaciones S.A.C.
Klabin S.A.	Arqueología y Medioambiente-Estudio
Manufacturas de Acero Comercial	BHA Altair, LLC
Repsol Exploración Perú sucursal	Magnesita Refractarios s.a.
Tecpetrol del Perú S.A.C.	Juscamaita Infante Absalon
Sonatrach Peru Corporation S.A.C.	JJMC Servicios Generales s.a.
Cemento y Acero S.A.C.	Mantenimiento Industrial l&m S.A.C.
Acopio Beneficio y Comercialización	Transportes y Minerales López S.A.

**10.3 Inventarios**

Como se mencionó en la introducción del presente capítulo, el inventario de insumos (a excepción de las bolsas de cemento) y productos terminados son administrados por la DPRA, para ello, la empresa cuenta con silos para el almacenamiento de sus productos terminados: ocho silos unitarios y un multisilo que cuenta con 5 celdas permitiendo a la empresa contar con 13 unidades de almacenamiento. Parámetros de control tales como nivel de llenado, temperatura, porcentaje de humedad, entre otros, son controlados facilitando el

control y aplicación de políticas de inventario de revisión continua por tipo de producto como sigue:

Tabla 31

*Almacenes Techados en Planta Atocongo de UNACEM*

Almacén	Material almacenado	Área (m <sup>2</sup> )
Almacén No. 1	Repuestos y suministros	1,873
Almacén No. 2	Refractarios y motores	3,950
Almacén No. 3	Aceros y fierros	775
Almacén No. 4	Anclajes	155
Almacén No. 5 - Superior	Proyectos	648
Almacén No. 5 - Inferior	Mangas	648
Almacén No. 6	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	392
Almacén No. 7	Aislantes refractarios	403
Almacén No. 8	Lubricantes	628
Almacén No. 9	Faja transportadora y cables	773
Almacén No. 10	Materiales depósito	90
Almacén No. 11	Bolsas	2,524
Almacén de <i>merchandising</i>	Artículos promocionales	146
Pasadizo en almacén 1-2	Placas, martillos	564
Contenedor refrigerado de 40'	Empalmes de faja	31
Total almacenes		13,600

Tabla 32

*Vehículos y Carretillas Usadas en los Almacenes de Planta*

Item	Equipo	Marca	Capacidad	Propiedad	Estado
1	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
2	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
3	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
4	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
5	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
6	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
7	Carretilla hidráulica	Stocka	1 tonelada	Propio	Operativo
8	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
9	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Por reparar
10	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
11	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Operativo
12	Carretilla hidráulica	Stocka	2 toneladas	Propio	Operativo
13	Carretilla hidráulica	Stocka	3 toneladas	Propio	Malogrado
14	Montacarga	Komatsu	3 toneladas	Propio	Operativo
15	Montacarga	Komatsu	3 toneladas	Propio	Operativo
16	Montacarga	Nissan	3 toneladas	Propio	Operativo
17	Montacarga	Komatsu	10 toneladas	Propio	Operativo
18	Camión	Isuzu	12 toneladas	Alquilado	Operativo

- Cemento tipo I (marca Sol), producto de alta rotación. El punto de reposición se mantiene constante debido a que, y a diferencia del cemento tipo GU, se tiene disponibilidad de 5 celdas y un silo para su almacenamiento (ver Figura 47).



Figura 47. Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo I. Tomado de Sistema PI Vision UNACEM, Lima, Perú.

- Cemento tipo GU (marca APU), producto de alta rotación. El punto de reposición varía debido a la continua demanda. Esto obliga a reponer el producto en base a la disponibilidad puesto que se cuentan con dos silos para este producto. La Figura 48, muestra puntos de reposición variable basados en la demanda con picos y valles en las fechas de máximo consumo.



Figura 48. Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo GU. Tomado de Sistema PI Vision UNACEM, Lima, Perú.

- Cemento tipo HS (marca Andino Ultra), producto de baja rotación. El reabastecimiento a silos de este producto se realiza manteniendo un inventario de seguridad para casos de alta demanda o paradas de planta. (ver Figura 49).

Para el caso de insumos y repuestos se maneja un stock de seguridad de tres meses.

Para el caso de bolsas, la empresa está buscando reducir el stock de bolsas de 3 a 2 meses considerando que el proveedor es local por lo que se maneja un lead time muy bajo. Cabe destacar que la operación de Ecuador de UNACEM maneja un stock de seguridad de bolsas de solo un mes.



Figura 49. Intervalos de reabastecimiento para el cemento tipo HS. Tomado de Sistema PI Vision UNACEM, Lima, Perú.

#### 10.4 La Función de Transporte

UNACEM vende dos tipos de productos a sus clientes:

- Cemento en sus diversas presentaciones para el mercado local, el mismo que es vendido a granel y envasado en la misma Planta Atocongo (Andino, APU y Sol) para empresas distribuidoras. La venta de este cemento es realizada a la salida de la línea de producción donde llegan los camiones de los clientes para llevar a cabo la carga de las bolsas de los diferentes tipos de cemento. Según lo señalado en el capítulo IX, la carga de los productos es realizada por estibadores, quienes van

acomodando las bolsas conforme van saliendo de la línea de producción a través de un carril descendente.

- Clinker, que es vendido al mercado exterior a través de una faja transportadora que conduce el producto desde Planta Atocongo hasta el Muelle Conchán. Estas exportaciones totalizaron para 2018 US\$ 10'981,221.23, siendo Argentina el principal destino de este producto con un 72.86% del total de las exportaciones seguido de lejos por Guatemala con 9.96%, Panamá con 9.08% y por último Chile con 8.10%. La operación de exportación se realiza con dos agentes de aduana: CLP Operador Logístico S.A.C. y Hansa Aduanas S.A (ver Figura 50).

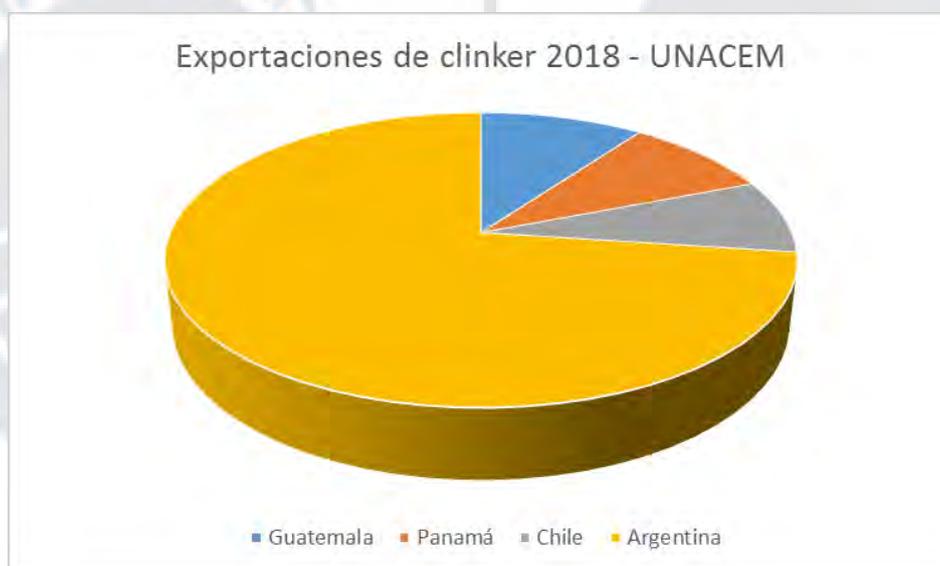


Figura 50. Exportaciones de clinker 2018.

El transporte de este producto intermedio se realiza a través de una faja transportadora que recorre 8,157 km, tiene un diámetro de 0.3 m y una velocidad de 3.8 m/s con una capacidad de hasta 600 t/h permitiendo economizar en transporte asegurando una operación lean con un transporte más seguro que disminuye la generación de monóxido de carbono de contaminantes como el ruido y el polvo. Se calcula que la disminución en el uso de camiones fue de 190 viajes diarios, lo cual tuvo un alto impacto en las zonas circundantes. Así, la construcción de la zanja y la puesta en marcha de la faja transportadora respondieron a una necesidad de la empresa y de la sociedad ya que esto permitió reducir el congestionamiento

vehicular, incrementar la velocidad de transporte, mejorar el ornato e incrementar la seguridad representando una contribución con la sociedad.

Para este fin la empresa llevó a cabo el proyecto ecológico “Faja Transportadora Atocongo-Conchán” cuyo alcance fue el siguiente:

- Construcción de túnel bajo las avenidas Lima, María Reiche y Prolongación Av. María Reiche (Villa María del Triunfo – Villa El Salvador).
- Faja transportadora dentro del túnel, para el traslado de cemento, clinker, carbón y otros materiales.
- Sistemas auxiliares en Atocongo y Conchán.
- Pavimentación e iluminación de las avenidas Lima, María Reiche y Prolongación Av. María Reiche.

El presupuesto del proyecto fue de US\$ 11.5 MM para la construcción del túnel, US\$ 22.5 MM para la compra e instalación de la faja y los sistemas auxiliares y US\$ 4.2 MM en pavimentación, haciendo un total de US\$ 38.2 MM, en la Figura 51 se muestra un detalle fotográfico de la salida de la faja en el lado del Muelle Conchán.



*Figura 51.* Toma fotográfica del sistema transportador tomado cerca al muelle Conchán. Tomado de Informe del Proyecto “Faja Transportadora Atocongo-Conchán”.

## 10.5 Propuesta de Mejora

Se identificaron las siguientes oportunidades de mejora en la Subgerencia de Logística de UNACEM:

- Actualmente solo se realiza una clasificación por volumen y monto de compra a través de un diagrama de Pareto, faltando un análisis estratégico de los proveedores. Se recomienda el uso de la matriz de Kraljic la misma que permitiría mejorar la toma de decisiones. Así, haciendo un análisis de los datos de compra de la compañía, se propone la matriz presentada en la Figura 52 como punto de partida para la evaluación de estrategias a implementar.

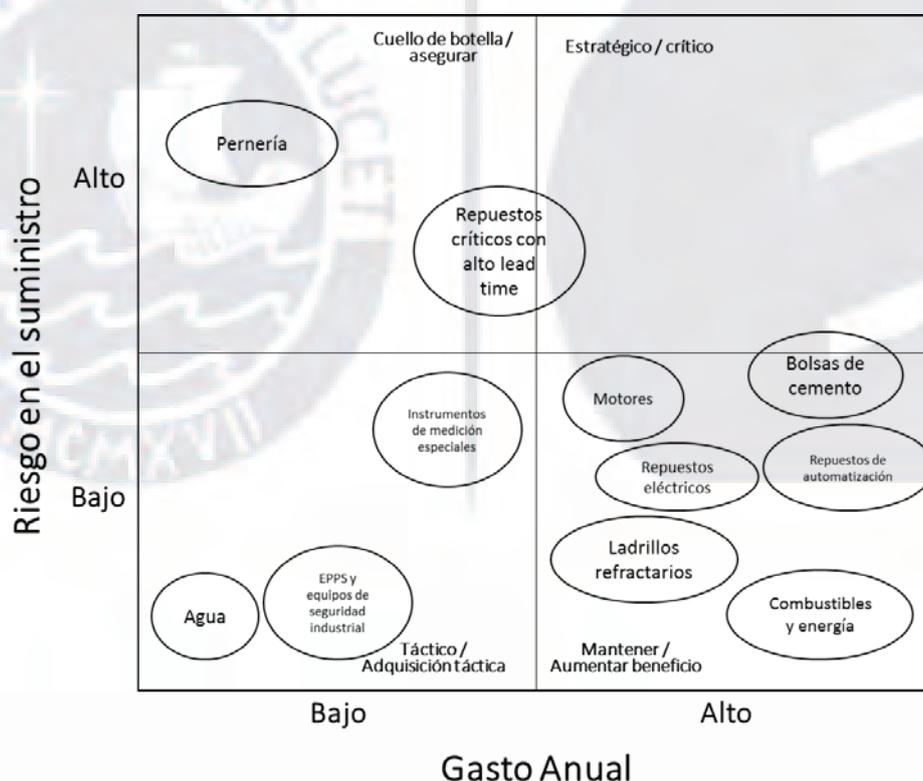


Figura 52. Matriz del portafolio de compras propuesto para UNACEM. Adaptado de "Purchasing must become supply management", por P. Kraljic, 1983, *Harvard Business Review*, 61(5), p. 112, 1983.

- Se recomienda la implementación de subastas electrónicas para compra de materiales no críticos. Si bien el personal del área es consciente que esto ayudaría a mejorar las condiciones actuales de compra de ciertos productos como bolsas para cemento, EPP, lubricantes, entre otros, mencionaron que estaban en proceso

de estandarizar las subastas electrónicas a nivel corporativo con otras empresas del grupo en Latinoamérica (Ecuador y Perú).

- Es necesario el desarrollo de indicadores de gestión o KPI críticos que permitan medir de una mejor manera la efectividad de los procesos logísticos. Uno de los factores determinantes para que todo proceso logístico se realice con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión del mismo. El propósito es que estos indicadores reflejen un resultado y en función a dicho resultado se tomen medidas acordes para mejorar dichos procesos (Alcocer-Quinteros, P. R., & Knudsen-González, J. A., 2019). Actualmente la empresa solo cuenta con un único indicador de lead time o tiempo de demora en las compras dejando de lado otro tipo de mediciones que permitan medir los ahorros generados por categoría de productos, los acuerdos comerciales logrados en un periodo determinado, un índice de órdenes de compra con rechazos de calidad, entre otros. En la Tabla 33 se resume los principales indicadores propuestos para el área logística.

Tabla 33

*Indicadores Propuestos para la Subgerencia de Logística de UNACEM*

Indicador	Frecuencia	Fórmula	Utilidad
Índice de conformidad de los pedidos	Mensual	$\frac{\# \text{ Órdenes de compra (OC) colocadas}}{\# \text{ órdenes de compra (OC) con PNC}}$	Permite identificar defectos en el proceso de compras
Índice de pedidos retrasados	Mensual	$\frac{\# \text{ OC entregadas}}{\# \text{ OC colocadas}}$	Mide la fiabilidad de las fechas
Oportunidad de entrega	Mensual	$\frac{\# \text{ OC entregadas al 100\%}}{\# \text{ OC solicitadas}}$	Mide la capacidad de respuesta de los proveedores
Nivel de servicio de proveedores críticos	Mensual	$\frac{\text{OC solicitadas}}{\text{OC atendidas}}$ (por proveedor)	Mide la confiabilidad de los proveedores para la atención de pedidos
Ahorros mensuales por comprador	Mensual	Soles ahorrados mensuales por comprador.	Incentiva la competencia entre los compradores y la búsqueda de eficiencias
Aseguramiento del abastecimiento	Mensual	$\frac{\# \text{ de proveedores con acuerdos comerciales}}{\# \text{ de proveedores críticos}}$	Permite mejoras el nivel de negociación con los proveedores
Capacitación del personal	Mensual	Horas de capacitación de los compradores	Promueve la capacitación continua del personal

## 10.6 Conclusiones

Al ser la Subgerencia de Logística el área encargada de todas las compras de la compañía, es la responsable de generar ahorros continuamente a la empresa. Sin embargo, no se percibe un proceso formal de comunicación de los logros alcanzados. Por otra parte se evidencia que actualmente el único criterio de clasificación de los proveedores es a través del uso de un diagrama de Pareto de las compras, siendo esta clasificación susceptible a verse alterada por algún proyecto que modifique la relevancia de los proveedores. Durante el proceso de toma de información se planteó al personal de la empresa el uso de una segmentación estratégica de proveedores mediante el uso de la matriz de Kraljic así como el establecimiento de indicadores para el control de parámetros en el proceso de compras.

## Capítulo XI. Gestión de Costos

En UNACEM se utiliza el ERP SAP como herramienta para la gestión de costos de la empresa, por lo que toda la información es cargada, procesada y analizada utilizando el módulo SAP CO para el control y toma de decisiones con información actualizada en línea por los procesos. Aun cuando este módulo cuenta con el sub módulo de Cálculo de Costes Basado en Actividades (ABC), éste no es utilizado dentro de la organización por decisión de la Gerencia, de acuerdo a la información que se pudo recopilar en campo. El sistema de costos que utiliza UNACEM es el de costeo por procesos utilizando como unidad de costo la tonelada métrica, estos debido a que es una empresa con un solo producto (cemento) con distintas marcas, trabajando con un proceso productivo continuo con grandes volúmenes, para esto se trabajan generando órdenes de producción para cada uno de los procesos con los que cuenta la planta: chancado primario, chancado secundario, molienda de crudo, clinkerización, molienda de cemento, envasado.

### 11.1 Costeo por Órdenes de Trabajo

Como se mencionó, las órdenes de producción son los objetos de costo utilizados para la fabricación de cemento dentro del SAP utilizado en UNACEM. Estas órdenes son creadas mensualmente por las divisiones de Producción y Envase y Despacho Atocongo, teniendo como entradas para el cálculo los costos promedio de las materias primas, combustibles y energía a ser utilizados por los procesos.

Los costos de estas órdenes de producción son agrupados posteriormente en dos grupos para poder realizar el análisis de los mismos, estos son: a) costo de producción de clinker, b) costo de producción de cemento.

Los costos por proceso agrupados fueron determinados para los productos de mayor volumen de producción, los cuáles son el clinker tipo I y el cemento tipo I. De acuerdo a la relación de los costos con el volumen de producción, en la Figura 53 se muestra la evolución

de la proporción de los costos fijos y variables para la producción por tonelada de clinker tipo I desde el 2016 a la fecha.

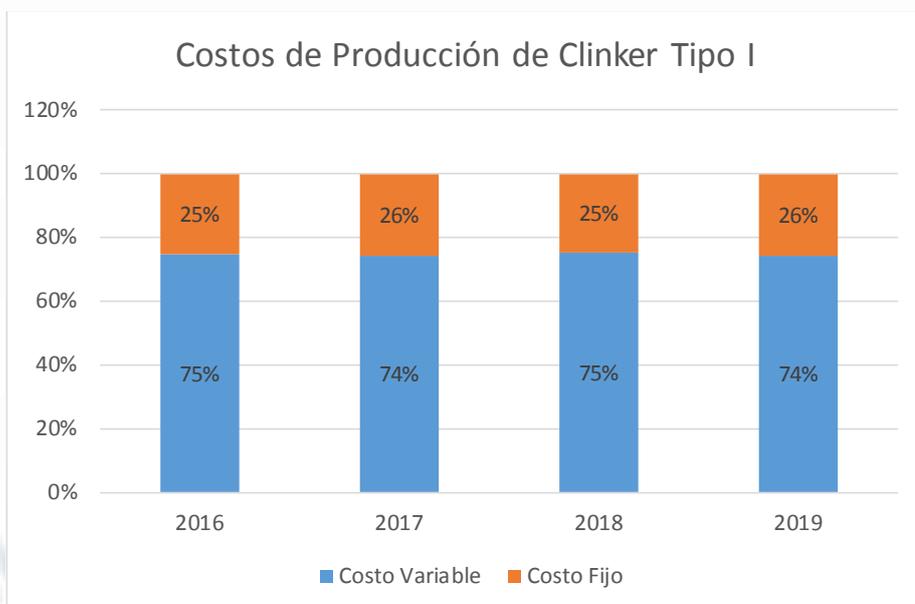


Figura 53. Costos de producción de clinker tipo I.

En la Figura 54 se muestra la evolución de la proporción de los costos fijos y variables para la producción por tonelada de cemento tipo I desde el 2016 a la fecha.

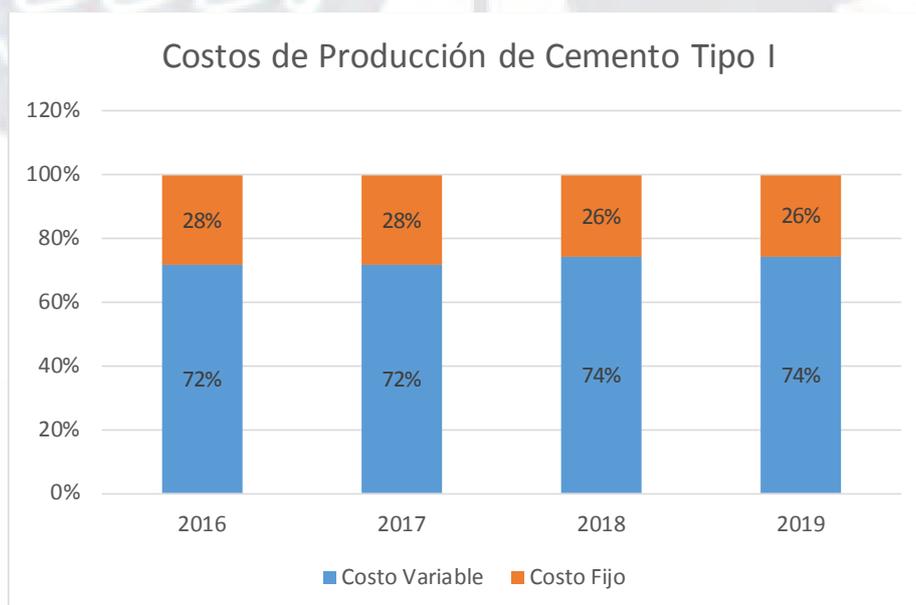


Figura 54. Costos de producción de cemento tipo I.

A su vez, el margen de contribución para el cemento tipo I es bastante atractivo, permitiendo absorber los costos fijos sin ningún inconveniente, en la Figura 55 se muestra la evolución de la proporción del margen de contribución para el cemento tipo I.

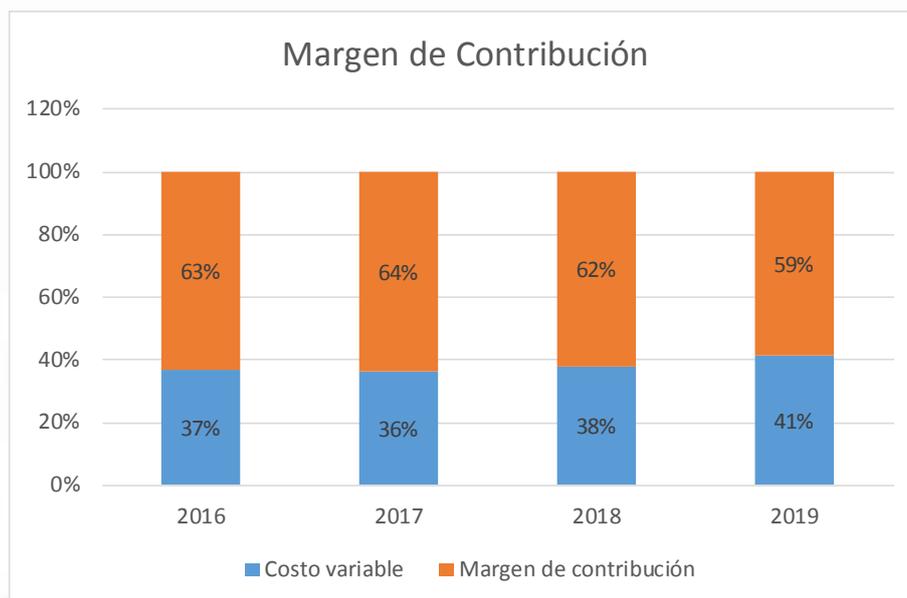


Figura 55. Margen de producción de cemento tipo I.

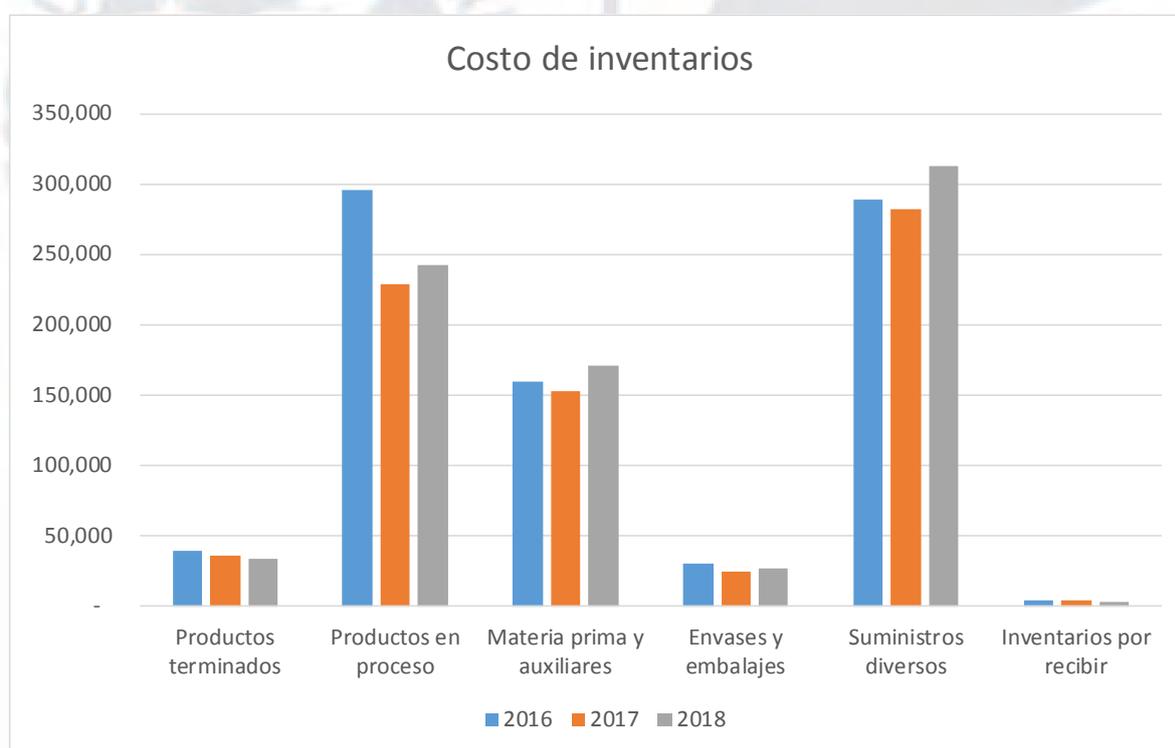
## 11.2 Costeo de Inventarios

Los costos de los inventarios en UNACEM se contabilizan de acuerdo a los siguientes criterios:

- Productos terminados, que incluyen los cementos producidos. Son valuados mediante el método de promedio ponderado e incluyen los costos de materia prima, mano de obra directa, otros costos indirectos, proporción de costos fijos y variables, representaron el 4% del total de los inventarios el año 2018.
- Productos en proceso, que incluyen carbón molido, materias primas, clinker en producción, caliza propia. Son valuados mediante el método de promedio ponderado e incluyen los costos de materia prima, mano de obra directa, otros costos indirectos, proporción de costos fijos y variables, representaron el 31% del total de los inventarios el año 2018.
- Materia prima y auxiliares, que incluyen el carbón nacional e importado, clinker, puzolana y fierro. Son valuados mediante método de promedio ponderado, al costo de adquisición de los bienes, representaron el 22% del total de los inventarios el año 2018.

- Envases y embalajes, valuados mediante método de promedio ponderado, al costo de adquisición de los bienes, representaron el 3% del total de los inventarios el año 2018.
- Suministros diversos, que incluyen los repuestos. Son valuados mediante método de promedio ponderado, al costo de adquisición de los bienes, representaron el 40% del total de los inventarios el año 2018.
- Inventario por recibir, al costo de adquisición específico, representaron el 0.4% del total de los inventarios el año 2018.

En la Figura 56 muestra un resumen de estos costos de los últimos 3 años, en miles de soles.



*Figura 56.* Costos de inventarios.

Los costos de los inventarios de producto en proceso son elevados debido la holgura existente en la capacidad de diseño de los hornos rotativos en comparación a la demanda de cemento, estos hornos no pueden operar a menor capacidad pues generaría ineficiencia energética y se han buscado alternativas para disminuir este stock de producto en proceso,

mediante la exportación de clinker, o la parada total de alguno de los hornos por periodos en el año.

Los costos de los suministros diversos son también elevados dentro de los inventarios que se manejan, en ellos se encuentran incluidos los repuestos que sirven para mantener la disponibilidad operativa de los equipos de los procesos.

### **11.3 Propuesta de Mejora**

En el análisis de los costos variables se pudo identificar que no existen indicadores adecuados para el seguimiento de los mismos dentro de la División de Producción Atocongo. En la Figura 57 se muestra el tablero de control con el que actualmente la jefatura de la división en mención realiza el control de sus costos.

En la misma se puede apreciar que realizan una comparación entre sus costos planificados y reales, sin tener en cuenta la producción que han alcanzado, lo cual puede distorsionar la información debido a que es posible que hayan producido menos de lo planificado y esto es lo que genera que el resultado muestre un menor costo. Se propone utilizar un indicador de ratio entre producción y soles para poder realizar el seguimiento.

Se propone, en el tema de inventarios, una reducción de la categoría suministros diversos, donde se encuentran incluidos los repuestos de planta. La Figura 58 muestra la distribución de los repuestos por categorías con las que se cuentan en los almacenes de Atocongo, resaltando los repuestos eléctricos, los cuales representan más del 50% del total.

Después de realizar un diagrama de Pareto de los repuestos que representan el 80% de los repuestos eléctricos, se encontró que existe un 56% de esa cantidad no presentan movimientos en el kardex desde el año 2013, año desde que se cuenta con el ERP SAP, lo cual representan S/ 7'006,206.12 que se encuentran inmovilizados como costo de inventario (ver Figura 59).

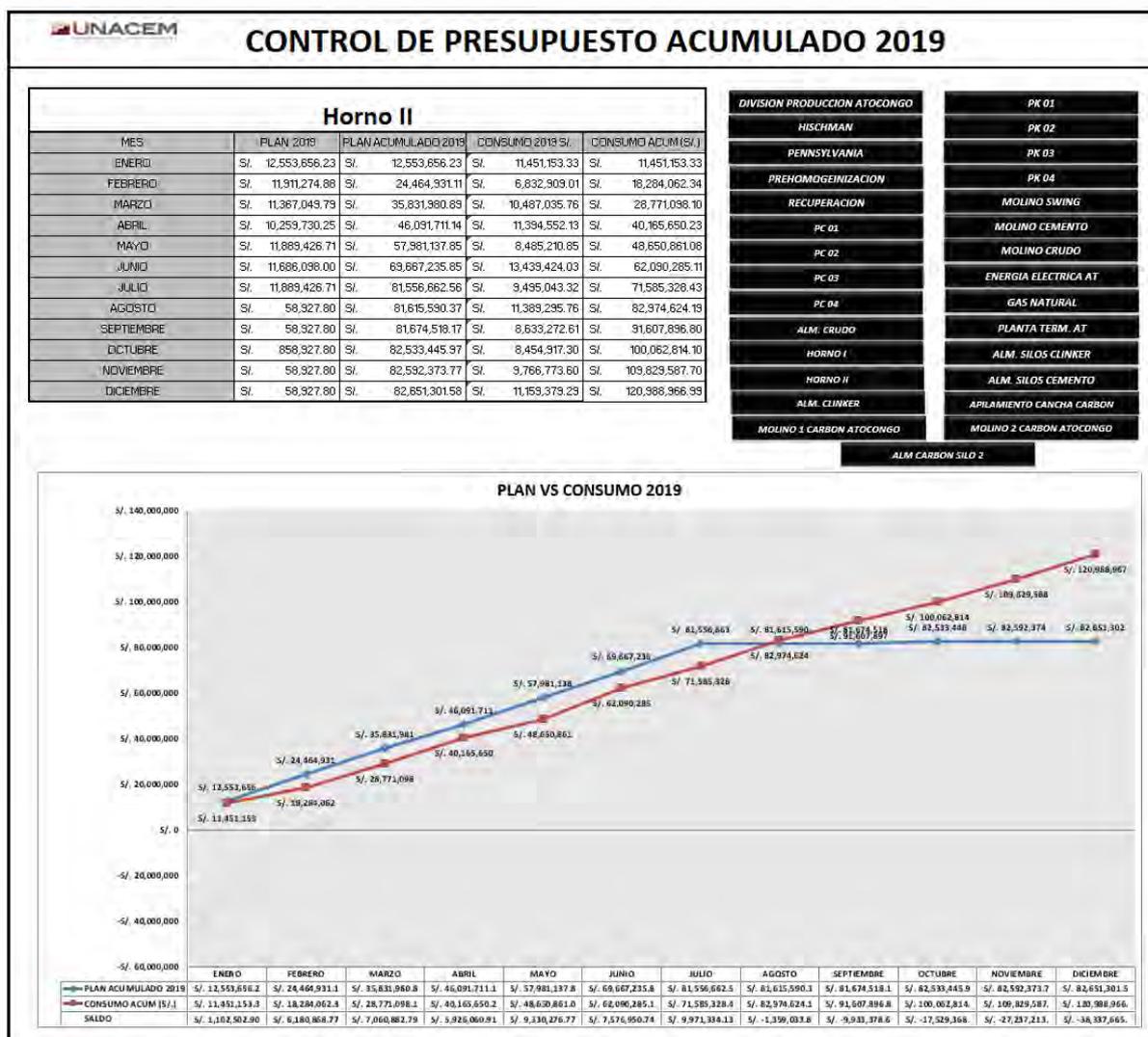


Figura 57. Control presupuestal acumulado de División de Producción Atocongo.

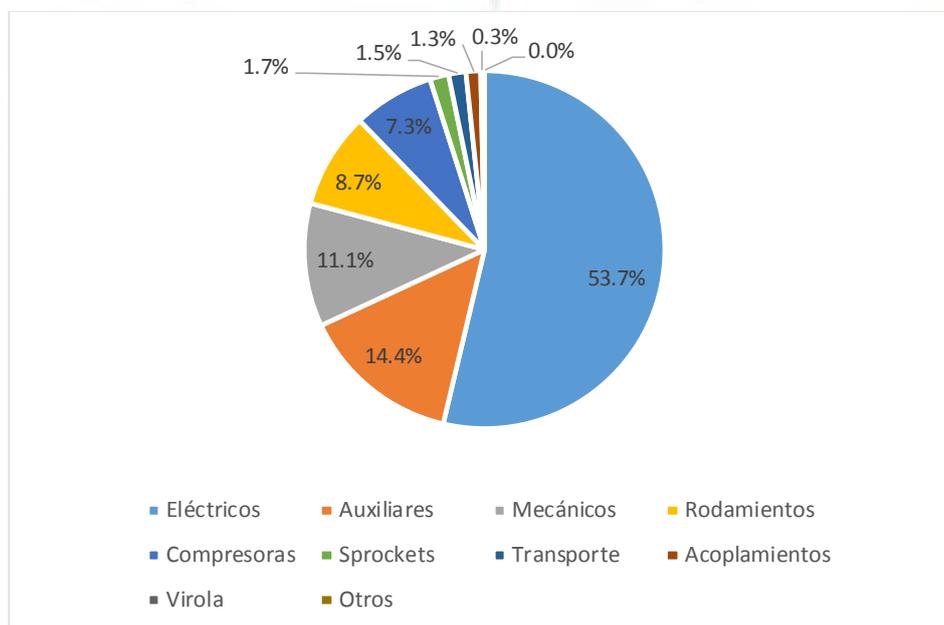


Figura 58. Categorías de repuestos de almacén.

Como parte de la propuesta se plantea el capacitar al personal de mantenimiento que realiza la solicitud de repuestos, que muchas veces no tienen rotación de su inventario, y de esta manera sensibilizar en el impacto que genera en los costos. Así, se busca lograr un ahorro inicial de un 10% de los inventarios que no tienen rotación a través de la liquidación de los mismos del almacén (ver Tabla 34).

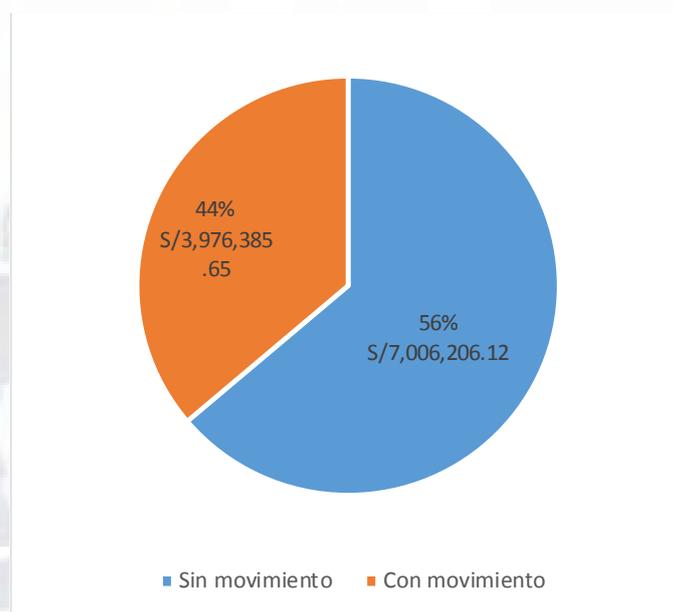


Figura 59. Movimiento de kardex de repuestos eléctricos.

Tabla 34

*Evaluación de Costos y Beneficios por Revisión de Inventario de Repuestos*

Descripción	Cantidad	Unidades
<b>Inversión</b>		
Capacitación personal		
Personal	20	Personas
Costo de capacitación	100	Soles/hora
Horas requeridas	24	Horas
Costo capacitación	48,000	Soles
<b>Inversión total</b>	48,000	Soles
<b>Ahorro</b>	700,621	Soles
<b>Beneficio</b>	652,621	Soles

#### 11.4 Conclusiones

El sistema de costeo con el que cuenta UNACEM es robusto y cuenta con información detallada debido al ERP que lo soporta, permitiendo tener la información de manera oportuna cuando sea requerido, no siendo esto aprovechado por las áreas operativas pues se evidenció que en algunas áreas no existe un adecuado control de los costos durante el año, esto debido a una falta en el control de costos y dándole prioridad a las labores operativas en planta.

El costeo ABC no es utilizado en UNACEM debido a la cantidad de actividades que tienen sus procesos, el utilizarlo generaría un mayor gasto para el control de los costos, y no se valora como una herramienta que pudiera mejorar el control de los mismos.

Se encuentra una oportunidad en la revisión de los inventarios de repuestos con los que se tiene en el almacén, encontrándose baja rotación en varias categorías.

## Capítulo XII. Gestión y Control de la Calidad

Para UNACEM, tal y como dice su misión, es de vital importancia satisfacer a sus clientes brindando productos de calidad, que cumplan con los requisitos establecidos; es por ello que, dentro de su política, ha establecido como parte de sus compromisos la satisfacción a los requisitos de sus clientes y el mejoramiento continuo del Sistema Integrado de Gestión, tal y como se visualiza en la Figura 60.



Figura 60. Política de Sistema Integrado de Gestión de UNACEM.

Dentro de la normatividad que rige a la industria del cemento se encuentra en primera instancia la Norma Técnica Peruana [NTP] y los Estándares Americanos de la American Society for Testing and Materials [ASTM] que especifican los requisitos generales de resistencia, composición, ensayos, certificación, entre otras consideraciones para cumplir con los estándares de calidad establecidos en relación a la aplicación que tendrá. UNACEM utiliza las siguientes normas:

- NTP 334.009 / ASTM C-150: Cementos Tipo I y V
- NTP 334.009 / ASTM C-595: Cementos Tipo IP e IPM
- NTP 334.082 / ASTM C-1157: Cementos Tipo HS/MS/R (hidráulico).

Asimismo, existen diferentes normativas que se rigen a través de Decretos Supremos que regulan el uso eficiente de la energía para reducir el impacto ambiental y asegurar el suministro al consumidor, aquellos que establecen los límites permisibles máximos de emisiones, estándares de calidad ambiental para el agua y el aire, la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, entre otros.

UNACEM, a fin de cumplir con estos estándares, ha implementado la Certificación ISO 9001:2015 a fin de para garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad, el cual es parte del Sistema Integrado de Gestión con el que cuentan, el cual, además de gestionar la trinorma en calidad (ISO 9001:2015), medio ambiente (ISO 14001:2015) y seguridad y salud en el trabajo (OHSAS 18001:2007), gestiona también una política antisoborno (ISO 37001:2016) y una política de control y protección al realizar comercio internacional a través del muelle que posee (BASC versión 04-2012, PBIP) . Los sistemas integrados de gestión, interrelacionados entre sí, buscan el cumplimiento de los requisitos y condiciones exigibles para que los productos y servicios se brinden bajo un marco de calidad, seguridad y cumpliendo con las normativas legales.

En la gestión de calidad de servicio UNACEM ha establecido diferentes canales de comunicación con sus clientes, basados en cuatro pilares: (a) proteger la preferencia del consumidor a través de publicidad y capacitaciones a maestros de obra, (b) generar valor a través de un portafolio de productos, (c) fidelizar y fortalecer el negocio ferretero tradicional a través de la red Progresol, y (d) desarrollar los canales de comunicación, con servicios de pre y post-venta mediante un sistema de pedido multi-producto en el canal constructoras.

## 12.1 Gestión de la Calidad

Para asegurar el cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 y los requisitos establecidos, UNACEM ha formulado objetivos de calidad que se pueden organizar en dos grupos: (a) objetivos orientados a la satisfacción del cliente, (b) objetivos orientados a los procesos operativos y de soporte, los mismo que permiten medir y controlar variables importantes tanto para clientes internos como externos, entre las que tenemos:

- El grado de satisfacción de los clientes
- La participación en el mercado
- Las características físicas y químicas de los cementos producidos
- La disponibilidad de los equipos de planta.

Estos objetivos son controlados a través de un reporte del cumplimiento de los objetivos mes a mes, para lo cual cada área debe brindar la información del cumplimiento del indicador del que es responsable justificando en caso sea necesario, el no cumplimiento del mismo. En la Figura 61 se muestra un ejemplo del reporte de los objetivos de calidad.

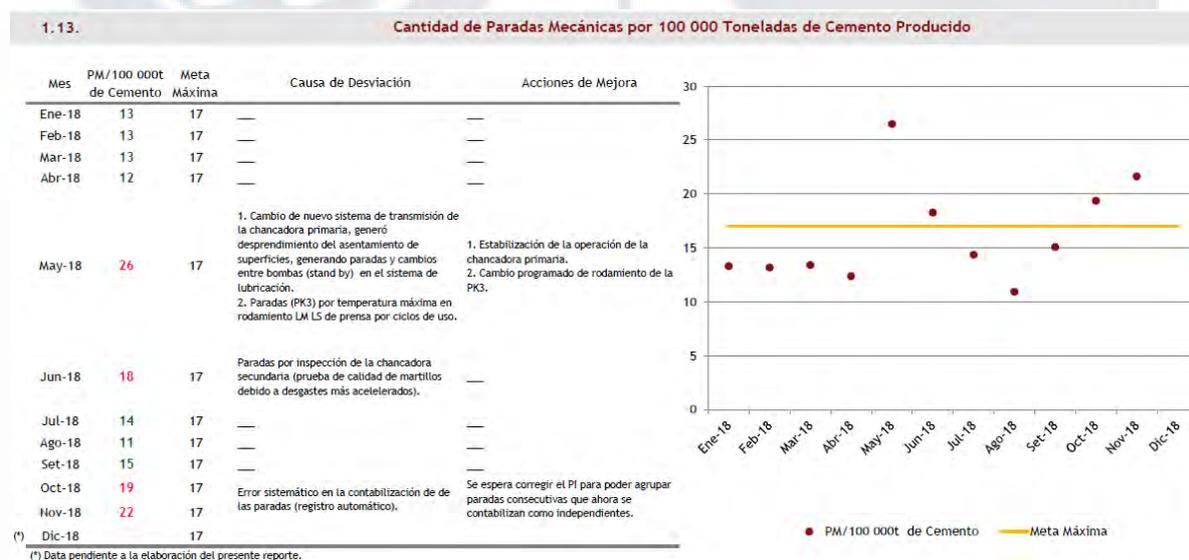


Figura 61. Reporte de objetivo de calidad de mantenimiento mecánico.

Adicionalmente al reporte de los objetivos mencionados, se utilizan también las auditorías internas como una herramienta para realizar el seguimiento en el cumplimiento de

los requisitos de las normas certificadas del Sistema Integrado de Gestión y verificar que los procesos aporten a mejorar la competitividad de la empresa, para ello existe un programa de reclutamiento y capacitación de auditores internos, los cuales pertenecen a diversas áreas y categorías de personal que labora en la empresa, desde jefes de área hasta técnicos operarios.

UNACEM cuenta con un sistema informático a través del cual se realiza el reporte de las ocurrencias y no conformidades de su Sistema Integrado de Gestión (ver Figura 62), los cuales son posteriormente analizados por un equipo de trabajo multidisciplinario utilizando herramientas como los 5 ¿por qué? o el diagrama de Ishikawa terminando con una lista de acciones correctivas, cuyo seguimiento del cumplimiento está a cargo de la División del Sistema Integrado de Gestión Atocongo.

The screenshot displays the UNACEM web application interface. At the top left is the UNACEM logo with the tagline 'CONTRIBUYENDO OPORTUNIDADES'. To the right, it says 'No Conformidades 1.02' and 'PAREDES LIBIO JULIO MIGUEL'. Below this is a navigation bar with 'PRINCIPAL' and 'REPORTES' tabs. The main heading is 'Ocurrencias y No Conformidades'. Underneath is a search bar labeled 'Parámetros de Búsqueda'. A red bar indicates 'Resultados'. The results section shows filters: 'Pendientes' with 'Todos ( 0 )', 'Historico' with 'Participaciones ( 33 )', and a 'Registrar' button. At the bottom, there is a 'Nueva Ocurrencia' button. The footer contains the text: '© Copyright 2019 - UNACEM S.A.A. - Intranet - Todos los Derechos Reservados'.

Figura 62. Sistema de reporte de ocurrencias y no conformidades.

La División del Sistema Integrado de Gestión Atocongo está a cargo de un Jefe de División, quien tiene a su cargo a un grupo de analistas, área que reporta directamente a la Gerencia Central de UNACEM, demostrando de esta manera la importancia que tienen la calidad, el medio ambiente, la seguridad y salud de los trabajadores, las políticas anticorrupción y la seguridad al comercio internacional, para la administración de la empresa.

## 12.2 Control de Calidad

Para un correcto control de la calidad de los productos de UNACEM, se efectúa en la planta Atocongo un control metrológico de los equipos que son utilizados para realizar las mediciones de las variables de proceso, físicas y químicas involucradas en toda la cadena de fabricación de cemento. Este control metrológico es llevado a cabo por tres áreas dentro de UNACEM planta Atocongo: (a) División de Control de Calidad, (b) División de Mantenimiento Eléctrico y (c) División de Envase y Despacho, siendo cada una de estas áreas responsable de un tipo de equipo de medición particular. En la Tabla 35 se detallan algunos de los tipos de equipos que están afectos de este control metrológico. Para cada uno de estos equipos se cuenta con un programa de calibraciones y verificaciones el cual es auditado.

Tabla 35

### *Equipos Bajo Control Metrológico*

División de Control de Calidad	División de Mantenimiento Eléctrico	División de Envase y Despacho
Equipos de medición de variables físicas y químicas de los procesos: Espectrómetro	Equipos de dosificación de insumos y combustibles: Balanzas dosificadoras de materia prima Balanzas de fajas	Equipos de medición de producto final en bolsas o granel: Balanzas en línea de envasadoras Balanzas de despacho a granel
Moldes Termohigrómetro, etc.	Dosificadoras de combustible, etc.	Balanzas eje por eje, etc.

Por otro lado, los insumos que forman parte del proceso de fabricación de cemento así como el cemento producido en el proceso de molienda, pasan por una revisión de la calidad de los mismos, generándose un manejo de productos no conforme de encontrarse que los mismos quedan fuera de la especificación necesaria y evitar de esta manera que no lleguen productos sin la calidad que se ofrece a los clientes. En la Figura 63 se muestra la evolución de como el sistema de gestión de la calidad ha logrado mejorar la cantidad no conformidades debidas a producto no conforme.

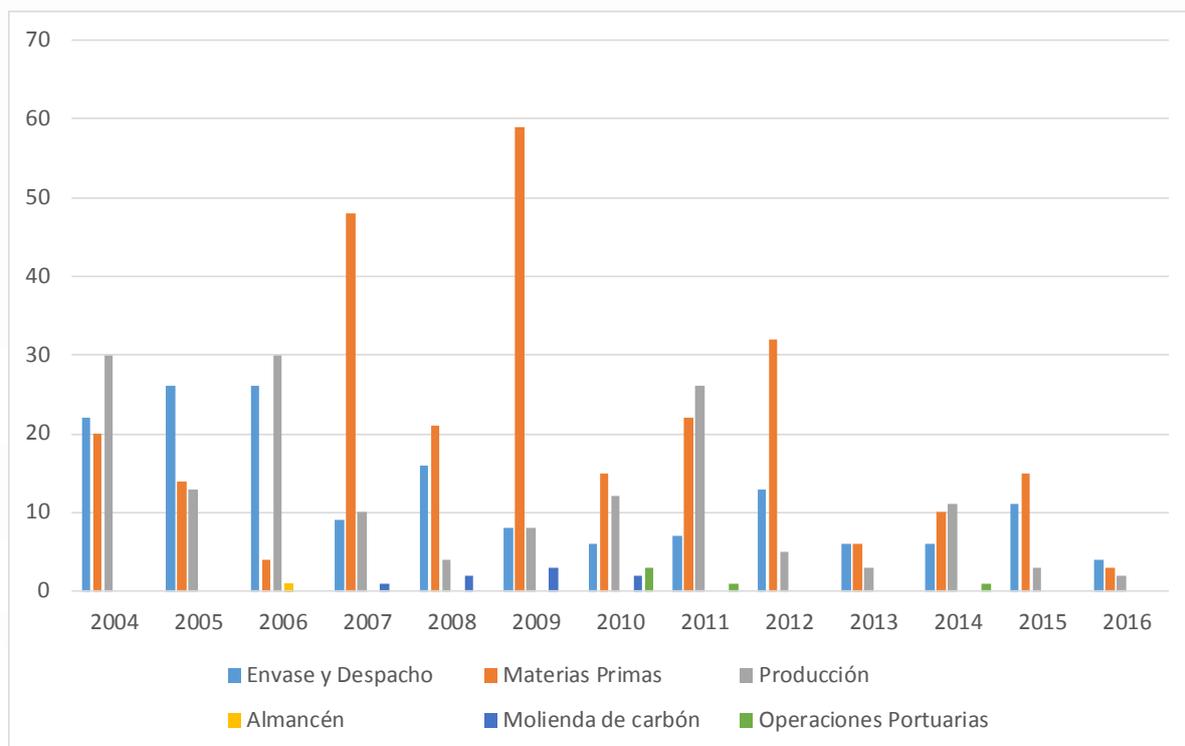


Figura 63. No conformidades generadas por productos no conformes.

### 12.3 Propuesta de Mejora

Aun cuando el Sistema Integrado de Gestión encontrado es bastante robusto en cuanto a herramientas para el registro de ocurrencias y no conformidades y ofrecer productos de calidad a los clientes mediante contando con procedimiento documentados para las operaciones productivas y el control de los procesos, encontramos que los objetivos del sistema son verificados una vez que se termina un periodo, con lo que encontramos que no hay un adecuado seguimiento del cumplimiento de los mismos.

En la Figura 64 se muestra por ejemplo el no cumplimiento con el objetivo de la cantidad de paradas eléctricas cada 100,000 Tn de clinker durante el presente año, teniendo acumulado a la fecha un cumplimiento de únicamente el 50% del objetivo, esto ocasiona no únicamente el cambio en los valores del indicador, sino que al no llevarse un control de las causas raíz que generan el no cumplimiento del indicador, no se lleva a cabo un proceso de mejora continua.

1. Gestión de Calidad

Logro del Objetivo de:	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Logro Acumulado
1.14. Paradas Eléctricas por 100 000 Ton de Cemento Producido	Cumple	No Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	50%

Figura 64. Reporte de logro de objetivo de cantidad de paradas eléctricas 2019.

Se encontró por ejemplo para este caso que la mayoría de las paradas no programadas generadas el presente año son ocasionadas por fallas asignadas a una causa general denominada REVISIÓN ELÉCTRICA, las cuáles deberían caer sobre algún modo de falla más específico (ver Figura 65).

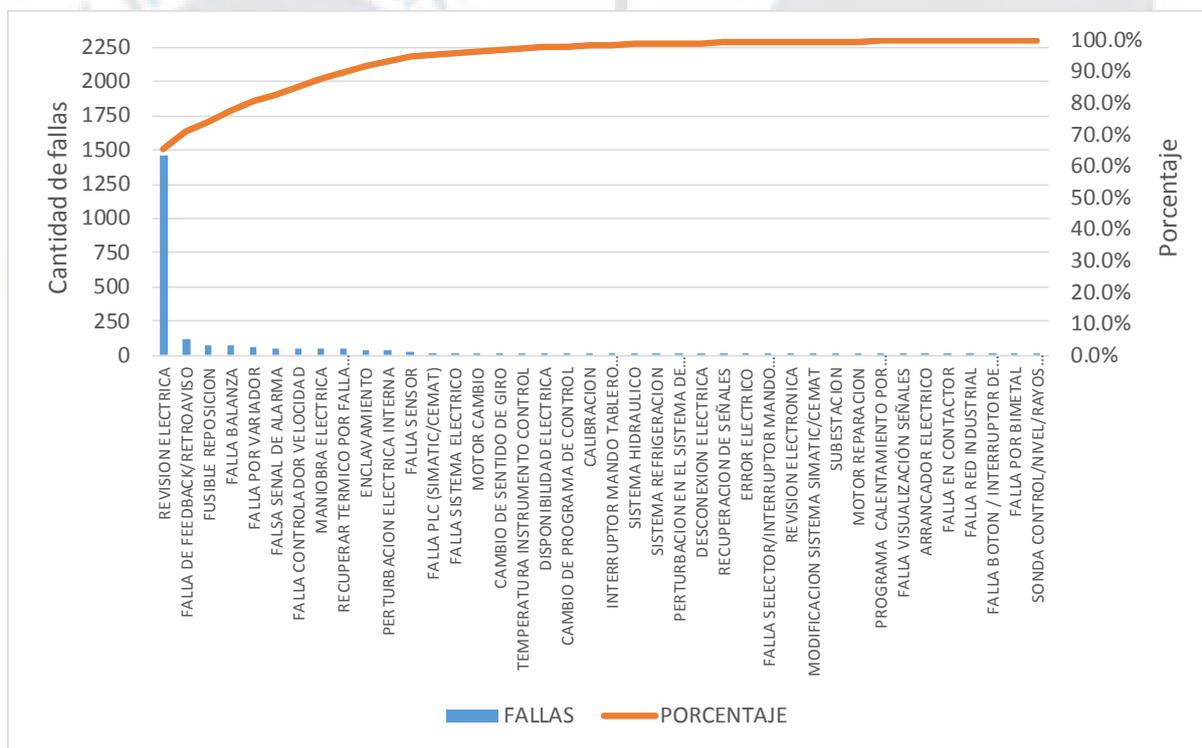


Figura 65. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas eléctricas no programadas.

Se encontró por otro lado que los modos de fallas que más tiempo de parada han causado a la fecha son: (a) Falla por variador, (b) cambio de motor, (c) perturbación eléctrica interna, (d) falla de controlador de velocidad (ver Figura 66).

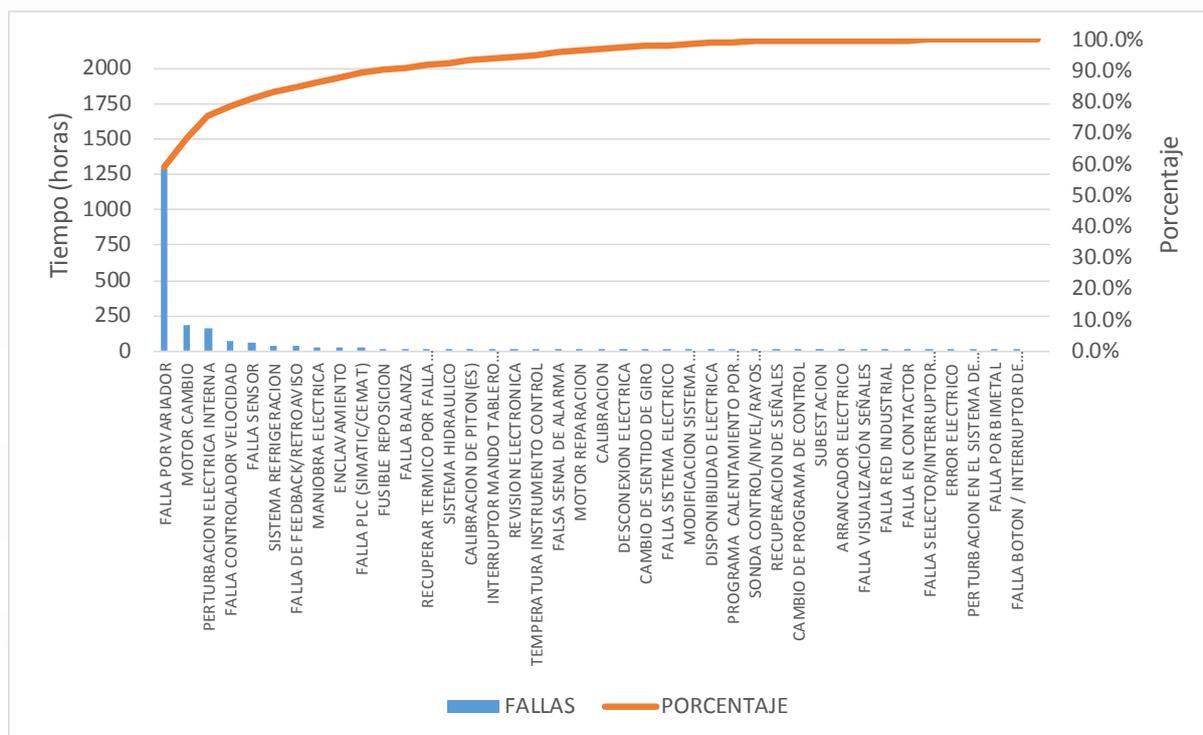


Figura 66. Diagrama de Pareto de duración de paradas eléctricas no programadas.

Además, el seguimiento de estos objetivos es realizado manualmente exportando información para luego ordenarla y presentarla en los reportes de objetivos, por lo que se propone automatizar esta operación y utilizar un software que pueda mostrar un cuadro de mando integral en tiempo real, como ofrece el Microsoft Power BI, para de esta manera todos los interesados en el seguimiento de los indicadores y objetivos puedan tener la información de manera oportuna y realizar un mejor seguimiento y tomar las acciones de manera oportuna para evitar estas observaciones no solo en la revisión del cumplimiento de objetivos del Sistema Integrado de Gestión sino para la mejora continua de los procesos.

Consideramos para esta propuesta de mejora (ver Tabla 36), además del desarrollo del cuadro de mando integral, el mejorar las descripciones de los modos de falla son importantes pues servirán para hacer un mejor análisis. Como ahorro, estimamos reducir los costos de realizar mantenimientos correctivos a los modos de falla resultantes de los diagramas de Pareto presentados puedan disminuir en un 80%, en base a los costos del año 2018.

Tabla 36

*Evaluación de Costos y Beneficios por la Implementación de Cuadro de Mando Integral*

Descripción	Monto S/
<b>Inversión</b>	
Implementación de MS Power BI	
Licencias Microsoft Power BI	2,500
Capacitación	4,500
Desarrollo cuadro de mando integral	2,500
Costo Inversión MS Power BI	9,500
Actualización de modos de fallas en SAP	2,500
<b>Inversión total</b>	<b>12,000</b>
<b>Ahorro por reducción de modos de falla principales</b>	
Fallas de variador	78,836
Fallas de motor	99,166
Fallas de balanza	23,457
Fallas de sensor de movimiento	12,665
<b>Ahorro total</b>	<b>214,124</b>
<b>Beneficio</b>	<b>202,124</b>

**12.4 Conclusiones**

UNACEM presenta un sistema de gestión de calidad bastante sólido, contando con la trinorma y certificaciones reconocidas para sus operaciones y con un área dedicada a su sistema integrado de gestión que reporta directamente a la Gerencia. Cuentan además con un amplio número de indicadores para gestionar la calidad, encontrándose que el seguimiento de los mismos no está automatizado, siendo esto una oportunidad de mejora para la empresa.

Para el control de la calidad, su sistema de gestión maduro le ha aportado en la reducción de sus productos no conformes, teniendo un riguroso control metrológico y de la calidad de sus productos en base a especificaciones, y para la gestión de su sistema de control cuenta con una plataforma de registro de ocurrencias y no conformidades les permite registrar los eventos que puedan afectar la calidad, medio ambiente o seguridad y salud ocupacional.

### Capítulo XIII. Gestión del Mantenimiento

La gestión del mantenimiento en UNACEM se encuentra configurada a partir de una subgerencia propia orientada a asegurar (a) una respuesta rápida ante fallas o paradas imprevistas, (b) una planificación coherente de los recursos disponibles, (c) cumplir con el presupuesto anual establecido, (d) asegurar la disponibilidad de los equipos, y (e) soportar los procesos productivos a fin de asegurar la condición requerida de los equipos.

El área de Mantenimiento está dividida en cuatro divisiones: mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico, mantenimiento preventivo y, la división de ingeniería. Cada una de ellas con un jefe propio y personal independiente que apoya a los turnos de producción; la división de mantenimiento mecánico incluye también a las tareas de servicios auxiliares. La población laboral de la subgerencia está conformada por 65 colaboradores de planilla y personas que laboran a través de contratas quienes ejecutan los trabajos de campo.

La configuración funcional en UNACEM considera que el área de mantenimiento, adicional a la responsabilidad de mantener los equipos, se encarga también del diseño y conducción operativa de los proyectos de mejora y nuevas implementaciones. En cuanto a la operación de rutina, es a través de las divisiones de mantenimiento mecánico y eléctrico que se disponen de grupos que acompañan a los turnos de producción; para ello se dispone del puesto de inspectores quienes cuentan con personal operativo (de contratas) y reportan a su vez a los supervisores de cada división.

En la Tabla 37 se muestra la distribución del personal asignado a la subgerencia de mantenimiento donde se observa (a) que las áreas de mantenimiento eléctrico y mecánico poseen el mayor número de colaboradores, y (b) la edad promedio de la población es de 55 años. Tanto los jefes de división como los inspectores y técnicos superan los 60 años; asimismo, salvo en la posición de secretarías, toda la población es masculina. Lo anterior indica también un bajo nivel de rotación del personal.

Tabla 37

*Distribución de Colaboradores de la Subgerencia de Mantenimiento*

Posición	Colaboradores	Edad promedio
Subgerente de mantenimiento	1	53
Jefe de división de ingeniería	1	65
Jefe de división de mantenimiento eléctrico	1	63
Jefe de división mantenimiento preventivo	1	62
Jefe de división mantenimiento mecánico	1	53
Supervisor mantenimiento preventivo	5	48
Supervisor mantenimiento eléctrico	6	49
Supervisor ingeniería	5	42
Secretaria subgerencia	1	58
Supervisor mantenimiento mecánico	7	40
Dibujante	2	65
Secretaria división mantenimiento preventivo	1	68
Técnico operador de grúa	1	63
Secretario división mantenimiento mecánico	1	58
Técnico mantenimiento eléctrico	3	57
Técnico división mantenimiento preventivo	4	55
Secretaria división mantenimiento eléctrico	1	53
Dibujante división mantenimiento eléctrico	1	43
Inspector mantenimiento eléctrico	6	48
Inspector mantenimiento mecánico	15	57
Operario servicios generales	1	63
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>55</b>

La mano de obra empleada en la subgerencia de mantenimiento representa aprox. el 20% de la población laboral en la unidad Atocongo; mientras que la población de tercerías representa el 86% de la población total de la gerencia de mantenimiento.

Las áreas y equipos de principal atención de mantenimiento correctivo y preventivo son las de: chancado primario y secundario, molienda de cemento y clinker, hornos rotatorios, prensas de clinker y crudo, sistema de homogenización de rumas, sistema de embolsado, multisilo y envasadoras.

Una intervención de mantenimiento tiene dos puntos de origen: el programado o preventivo generado a partir del plan de mantenimiento establecido; y, las necesidades que reporta el usuario. Para ambos casos se genera una “Orden de Mantenimiento” (OM), cuando el usuario solicita una intervención que generalmente es correctiva lo realiza a través de un

“aviso” o solicitud de intervención. De acuerdo al nivel de criticidad del equipo, las actividades correctivas se ejecutan en forma inmediata en calidad de emergencia.

### 13.1 Mantenimiento Correctivo

La estrategia del mantenimiento correctivo en UNACEM – Atocongo está concebida a partir del proceso de Planificación. Las actividades generales que cubre el proceso de planificación pueden resumirse de la siguiente manera:

- Ingreso de los equipos al plan de mantenimiento: los activos reciben la denominación de “objeto técnico”, y son ingresados al sistema a solicitud del área usuaria o por el área de mantenimiento.
- Creación del plan de mantenimiento: Una vez creado el objeto técnico se procede a la elaboración del formato “hoja de ruta”, este formato que se constituye en procedimientos a seguir para la realización de los mantenimientos y que tiene como fuente de información al manual del fabricante detalla las frecuencias de lubricación, reemplazo de partes, identificación de partes, condiciones de operación, ciclo de vida, etc. A partir de este formato se genera el Plan de mantenimiento, en este punto se procede a elaborar la “Identificación y evaluación de recursos para el Mantenimiento”.
- Identificación y evaluación de recursos para Mantenimiento: A partir de la “Identificación y evaluación de recursos para el mantenimiento” que se efectúa en la etapa de la creación del plan de mantenimiento se procede a la generación de la disponibilidad de los recursos; para ello, se procede a la aprobación de los presupuestos para luego generar las solicitudes de compra de materiales y servicios (denominada SOLPED en SAP). Con la disponibilidad asegurada de los recursos requeridos se procede a la generación de la OM y con ello la elaboración del programa de mantenimiento.

## 13.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo en UNACEM está configurado sobre las bases del mapa de procesos que se representa en la Figura 67. El mantenimiento preventivo se ha diseñado en base a cuatro pilares: Planificación, programación, ejecución y cierre de las ordenes de mantenimiento; posee inputs como los avisos que generan los usuarios, el programa de producción y el plan de mantenimiento.

### 13.2.1 Planificación

En esta etapa se procede a la elaboración de los planes de mantenimiento de los activos de la empresa a partir del ingreso de dichos equipos en el ERP-SAP en donde se ingresan desgregados en componentes con la finalidad de asegurar una mayor precisión en el alcance de las tareas de conservación de los equipos. Con dicha información se generan planes de trabajo correspondiente a cada especialidad (mecánica, eléctrica o electrónica) que a partir del nivel de criticidad asignado se ingresa a la base de datos del sistema el mismo que generara alertas de trabajo según la política establecida de mantenimiento preventivo. Esta etapa comprende:

- Actualizar los códigos de máquinas implementadas en SAP.
- Elaborar planes de mantenimiento preventivo anuales (*overhaul*).
- Elaborar planes preventivos de rutina
- Actualizar la lista de equipos y repuestos críticos
- Elaborar el programa de rutas de mantenimiento predictivo
- Elaborar planes de lubricación
- Ingeniería de vías de circulación e infraestructuras
  - Verificación y coordinación de recursos: La planificación involucra la definición de los requerimientos de recursos a emplear en los planes de mantenimiento establecidos.

### MAPA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO

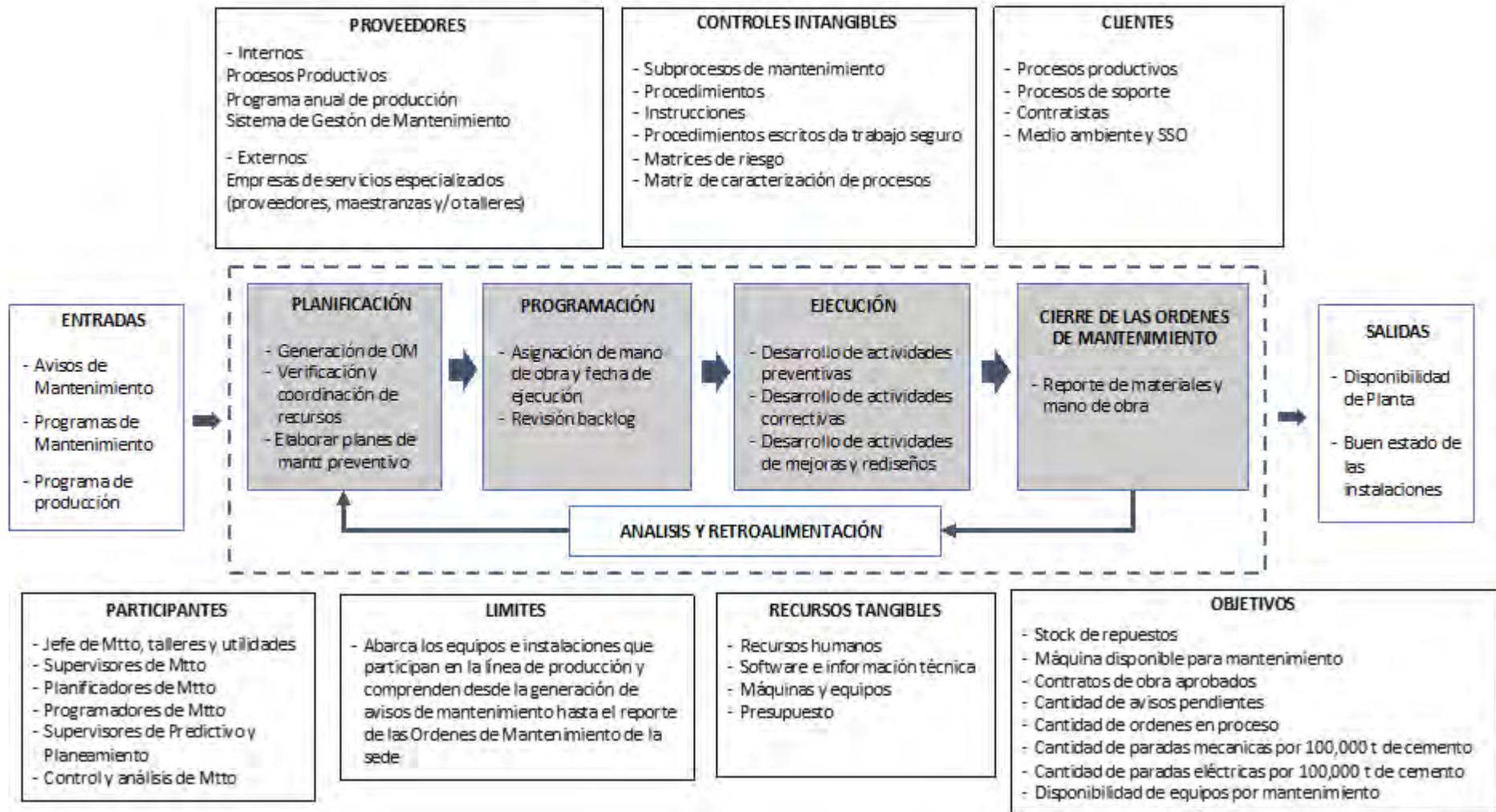


Figura 67. Mapa de Procesos para el Mantenimiento Preventivo en UNACEM – Planta Atocongo.

### 13.2.2 Programación

Corresponde a la etapa de programación ejecutar las actividades preventivas que el sistema reporta para cada uno de los activos (a nivel de componentes padres e hijos) indicando la fecha de realización, los recursos requeridos y el colaborador líder de la actividad. Este hito de la gestión del mantenimiento cubre tres ítems:

- Generación de OM: A partir de la información organizada en los sistemas se procede a la generación de órdenes de mantenimiento preventivo como también los correctivos que generan los usuarios a partir de “avisos”.
- Asignación de mano de obra y fecha de ejecución
- Revisión *backlog*: El sistema de programación del mantenimiento debe ser capaz de tener “memoria”; es decir, en esta etapa se debe actualizar en el sistema a aquellas actividades u OM que no se ejecutan o se realizan parcialmente y que con finalidad de evitar deterioro o disminución de la disponibilidad de los equipos el sistema debe reprogramar dichas tareas sin afectar el cumplimiento de las nuevas actividades.

### 13.2.3 Ejecución

Corresponde a la aplicación de la estrategia definida para la ejecución de las actividades de mantenimiento que los planes de mantenimiento han identificado según el nivel de criticidad de los activos, el nivel de dificultad de las tareas y la disponibilidad de recursos. La eficiencia del área de mantenimiento en la ejecución de las actividades planeadas se puede medir a través del tiempo de *backlog*.

Para la ejecución de las actividades de mantenimiento se genera un sistema de control documentario que abarque: procedimiento general de mantenimiento, manual del Sistema de Gestión, procedimientos administrativos, procedimientos de trabajo, instructivos técnicos, registros de mantenimiento, registros de análisis de fallas, etc.

Las ejecuciones de las actividades de mantenimiento preventivo tienen en cuenta las siguientes actividades: Control de inventarios, cronograma de mantenimiento, definición de prioridades por equipos, adquisición de servicios y generación de reportes.

La ejecución del mantenimiento correctivo implica: el diagnóstico de las fallas, disponibilidad de recursos, definir prioridades, asignación imprevista de recursos, disponibilidad o adquisición de repuestos, evasión a procedimientos establecidos de compra de servicios y repuestos, aprobación de presupuestos, etc.

#### **13.2.4 Cierre de las órdenes de mantenimiento**

Comprende al cierre técnico de las actividades programadas e imprevistas con la asignación de los recursos empleados. Los supervisores de cada área deben validar la conformidad de los resultados.

El proceso de mantenimiento posee como entradas los avisos, las ordenes de mantenimiento preventivo y aquellas que proceden de la identificación de mejoras para el proceso productivo. La variable de salida está constituida por la disponibilidad de planta, a partir de ello, en planta Atocongo se mide la frecuencia de fallas como indicador de desempeño para el área de mantenimiento.

### **13.3 Propuesta de Mejora**

Se han considerado las siguientes propuestas de mejora para el área de mantenimiento:

- Reducción de personal del área, invitando al cese al personal en edad mayor a 65 años, en este caso dos dibujantes y un personal operador de grúa. Además, reducir la cantidad de secretarías de las 3 que existen actualmente a 1 persona, teniendo este personal un perfil de asistente.
- Implementar programa de TPM en las áreas productivas, buscando desarrollar capacidades en el personal de producción para optimizar la inspección y limpieza

de las instalaciones y equipos de forma que permita reducir la población actual de contratistas. En la Figura 68 se representa a través de un diagrama hombre-máquina la distribución de tiempos empleados en el personal dedicado a las actividades de mantenimiento de analizadores de gases. Esta actividad, que se ejecuta en forma diaria en un espacio de 24 horas, emplea solo 10 horas a las personas contratadas, existen 7 horas por turno en que el personal esta ocioso. Estos resultados demuestran la necesidad de revisar las actividades que ejecuta el personal de producción para evaluar la asignación de tareas que hoy se contrata y que al parecer existen oportunidades de mejora.

- Desplegar indicadores para el personal operativo, asignando indicadores al personal operativo (por ejemplo número de *backlog*, costos por división, etc.) a fin de impulsar el involucramiento del personal.

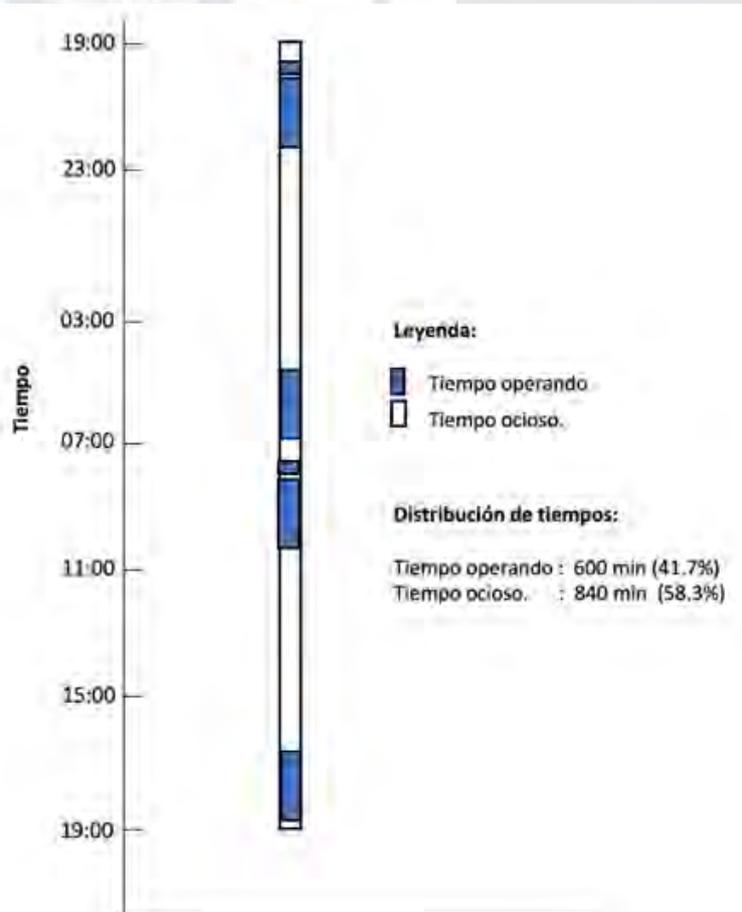


Figura 68. Análisis de tiempo en la actividad de mantenimiento de analizadores de gases.

En la Tabla 38 se muestra el resumen de las mejoras planteadas con beneficio a obtener durante el primer año de implementados, ya que los beneficios obtenidos gracias a las reducción del personal (secretarias y dibujantes), no es valorizado durante el año de implementación, el sueldo considerado es de la más alta categoría para estos puestos de acuerdo al Convenio Colectivo con el Sindicato Atocongo. Se estiman los ahorros en base a los costos de mantenimientos rutinarios de los equipos analizadores de gases y fajas transportadora, considerando con la aplicación del TPM se puede lograr reducir en un 80% los costos de mantenimiento con servicios de terceros.

Tabla 38

*Evaluación de Costos y Beneficios por Implementación de Mejoras en Área de Mantenimiento*

Descripción	Cantidad	Unidades
Costo de implementación		
Reducción de secretarias		
Cantidad de secretarias	2	Personas
Sueldo mensual	5,954	Soles
Meses de sueldo por cese	15	meses
Costo de reducción de secretarias	178,608	Soles
Invitación a cese dibujantes		
Cantidad de dibujantes	2	Personas
Sueldo mensual	6,377	Soles
Meses de sueldo por cese	15	meses
Costo de invitación a cese de dibujantes	191,300	Soles
Consultoría para implementación de TPM	80,000	Soles
Costo total	449,908	Soles
Ahorro		
TPM analizadores de gases	106,080	Soles
TPM lubricación en fajas transportadoras	713,093	Soles
Ahorro total	819,173	Soles
Beneficio	369,265	Soles

### 13.4 Conclusiones

La gestión operativa del mantenimiento en Atocongo depende en su mayor parte de población de contratistas, existen alrededor de 400 colaboradores de contratistas versus 65 personas de planilla.

La cultura organizacional de UNACEM no ejecuta el programa de TPM en la gestión del mantenimiento. La ausencia del TPM está repercutiendo en (a) inventarios altos de repuestos críticos, (b) elevada población de contratistas para el mantenimiento, y (c) baja eficacia en la aplicación del RCM

Las observaciones realizadas evidencian que existen oportunidades de mejora en la gestión del mantenimiento a partir de la implementación del TPM.

El desempeño por indicadores no llega a los estratos inferiores del organigrama del área de mantenimiento. Ello reduce la eficiencia en el cumplimiento de las metas establecidas.

La gestión del mantenimiento en Atocongo se encuentra bastante separada por especializaciones; sin embargo, no se evidencia la eficacia de la gestión a través del despliegue de indicadores o iniciativas de mejora en el personal de operaciones.

Existe un alto valor económico en el inventario de repuestos críticos. En la medida en que se optimice el RCM y el mantenimiento predictivo se debe aspirar a reducir dicha inversión.

## Capítulo XIV. Cadena de Suministro

Al ser UNACEM una empresa de producción masiva continua, ha buscado constantemente focalizarse en su foco de negocio. Para ello ha logrado formar una organización que reposa en terceros actores de su cadena de suministro. El análisis del presente capítulo busca señalar y describir la relación con estas empresas así como el grado de tercerización aplicado para ciertos procesos en los que la empresa prefiere no intervenir directamente debido a políticas y estrategias de responsabilidad.

### 14.1 Definición del Producto

Nos enfocaremos en la producción de cemento embolsado para toda la gama de productos mencionados en el Capítulo I.

### 14.2 Empresas de la Cadena de Suministros

La cadena de suministros de UNACEM se basa en su mayoría en relaciones diádicas empresa-proveedor no llegando a formarse una cadena de suministros como tal. Por tratarse de una industria fabricante de un producto tipo *commodity* con amplia demanda, la empresa gestiona cuidadosamente sus relaciones con el proveedor-cliente inmediato; así por ejemplo, para la gama de productos embolsados depende de manera específica de la labor de tres empresas proveedoras que junto con UNACEM permiten cerrar el ciclo productivo del cemento:

- San Martín Contratistas Generales: empresa que desde 1997 tiene a cargo la explotación de las canteras a tajo abierto para extracción de mineral no metálico (caliza), movimiento de agregados (sílice y yeso) y eliminación de desmonte. Es en este año que el contratista realiza la adquisición de una flota de camiones tipo CAT 777 y palas hidráulicas de 10 m<sup>3</sup> para el inicio de operaciones. Así, para 2018, esta empresa facturó cerca de US\$ 28 millones por los servicios realizados, situándose como el segundo mayor proveedor de UNACEM por monto facturado.

Para asegurar las operaciones de extracción en las canteras UNACEM mantiene reuniones semanales de coordinación donde se revisa: la planificación de las cantidades de material a explotar y la geología típica por cantera según la ley necesaria para la producción, temas asociados a las relaciones laborales con el personal y aspectos de seguridad y salud ocupacional.

- Forsac Perú: proveedora de sacos multipliego de papel. Constituye una de las mayores empresas en el mundo en la industria forestal, celulosa y del papel. Proporciona a UNACEM los llamados sacos multipliegos valvulados, desarrollados para sistemas de llenado de gran volumen con alta velocidad de envasado. Para 2018, esta empresa facturó cerca de US\$ 13M por la venta de bolsas multipliego situándose en el puesto número 4 de proveedores de UNACEM por monto facturado.
- Para el abastecimiento de este tipo de bolsas, UNACEM mantiene un 50% de las compras con Forsac Perú, abasteciéndose del otro 50% del mercado internacional importando de las empresas Klabin y Trombini, ambas brasileras.
- La Viga: empresa encargada de la distribución de cemento a clientes menores tipo ferreterías. Otros clientes envían sus unidades a la planta de Atocongo de manera diaria (sin contar domingos ni feriados) para que se proceda a la carga de cemento. Como se mencionó en el capítulo IX, la carga de bolsas de cemento se realiza con personal para las operaciones de estibado a través de una empresa contratada por los clientes conformados por grandes distribuidores.
- Por otra parte, cuenta con un grupo de empresas de mantenimiento operativo que llevan a cabo las labores operativas de mantenimiento: BB Tecnología Industrial y A&J Instalaciones para el mantenimiento eléctrico y Cornei Contratistas

Generales y Mantenimiento y Supervisión para el montaje y mantenimiento mecánico.

### **14.3 Descripción de la Tercerización de la Empresa**

UNACEM mantiene una fuerte estructura de tercerización: así como la explotación de las canteras, el personal operativo que presta el servicio de mantenimiento también es tercerizado para ello la empresa mantiene en su planilla una estructura de supervisores de mantenimiento para la supervisión de las contratistas los mismos que, junto con personal de la Gerencia de Logística, empezarán a realizar evaluaciones semestrales a partir de fines de 2019. Este tipo de funciones críticas deben ser monitoreadas de cerca ya que cualquier contratiempo en ella afectaría directamente a la cadena de suministro. Para ello, se tienen contratos donde se establecen claramente las responsabilidades del personal. Por otra parte la empresa también subcontrata otras actividades típicas de tercerización tales como el servicio de seguridad patrimonial, limpieza, transporte de personal, mantenimiento de áreas verdes y catering.

### **14.4 Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumidor Final**

UNACEM plantea su estrategia basada en la venta de sus productos en la misma planta. En esta categoría recaen el 99% de las ventas siendo el otro 1% la venta con distribución a cargo de empresas distribuidoras. De esta manera acelera su ciclo de distribución ya que la facturación se realiza a la salida de Planta Atocongo una vez que los camiones de los clientes hayan pasado por el sistema de pesaje electrónico el cual es controlado por personal supervisor que trabaja en tres turnos para mantener continua la operación.

Asimismo, las empresas que comercializan el cemento de UNACEM tienen oficinas a la salida de la planta, lo cual acelera el proceso de compra y permite una coordinación estrecha entre el canal de ventas y los clientes.

Además, para asegurar las relaciones comerciales la empresa desarrolló el año 2008 la Red Progresol, conformada por un conjunto de ferreterías con contrato de exclusividad sin obligación de permanencia a las cuales la empresa brinda soporte comercial con precios especiales y apoyo comercial con el *merchandising* y publicidad,.

#### **14.5 Propuesta de Mejora**

Se recomienda la implementación de una metodología para la implementación de riesgo es la cadena de suministro para actividades tercerizadas (SCMR, por su siglas en inglés). Como lo señala Osorio et al. (2017) se debe realizar secuencialmente (1) la identificación de los riesgos, (2) su evaluación, (3) gestión de los riesgos identificados, y (4) monitoreo de los riesgos. Esto con la finalidad de adelantar cualquier problema operativo que podría interrumpir una operación que podría perder cientos de miles de soles por horas de paro.

Por otro lado, no existe un medio informático para el flujo de información desde la Red Progresol y demás clientes ferreteros hacia la empresa. La transmisión de información comercial se realiza a través de formatos y medios formales para el establecimiento de reclamos que llega al personal del área comercial hasta con una semana de retraso. Se considera necesario el establecimiento de una extranet que permita que los clientes se contacten con representantes del área comercial en línea permitiendo la absolución de consultas respecto a las propiedades de los productos, disponibilidad de stocks, traslado de reclamos y otros que permitirían mejorar la relación entre los eslabones de la cadena posterior a la venta de los productos. Como se observa en la Tabla 39, se estima una inversión de S/ 106,000 para este proyecto con un ahorro estimado de S/ 5,940 en tiempo de procesamiento de información. Sin embargo este proyecto también tendría repercusiones en el nivel de servicio al cliente que si bien no se pueden cuantificar monetariamente representa una mejora

en la imagen comercial de la empresa por lo que los beneficios tendrían que ser evaluados mes a mes según las ventas incrementales y la reducción de la tasa de reclamos.

Tabla 39

*Evaluación de Costos y Beneficios de Implementación de una Extranet Clientes-UNACEM*

Descripción	Monto S/
<b>Inversión</b>	
Desarrollo de portal	42,500
Licencias	7,250
Pruebas	6,500
Total de inversión	56,250
Ahorros en la gestión de reclamos	5,940

A su vez, no existe un sistema de comunicación en línea entre proveedores y UNACEM. El establecimiento de una extranet proveedores-UNACEM para proveedores críticos permitiría regularizar los stocks de productos. Como se comentó en el Capítulo X, la empresa mantiene un stock de 3 meses para productos e insumos críticos. Así, para el caso de bolsas de 42.5 kg, se mantiene un stock de 32 millones de bolsas aproximadamente, siendo necesarias para un mes de producción sólo 8 millones. Esto, además de representar un flujo de efectivo ineficiente, repercute en la reducción del volumen de almacenamiento disponible. En la Tabla 40 se muestra que la mejora de la comunicación con los proveedores y la compartición de información de stocks permitirían reducir el stock de seguridad actual de 3 meses a solo 1 mes lo que a su vez permitiría reducir el área de almacenamiento en un 75%. Considerando el costo del metro cuadrado en S/ 330, el ahorro estimado por liberación del área supera ampliamente la inversión.

Tabla 40

*Evaluación de Costos y Beneficios de Implementación de una Extranet Clientes-UNACEM*

Descripción	Cantidad	Unidades
Inversión		
Desarrollo de portal	42,500	Soles
Licencias	7,250	Soles
Pruebas	6,500	Soles
Total de inversión	56,250	Soles
Costo estimado del metro cuadrado de almacén	330	Soles/m <sup>2</sup>
Reducción del área de almacenamiento (1,893 m <sup>2</sup> )	624,690	Soles
Beneficio	568,440	Soles

**14.6 Conclusiones**

De la descripción presentada de la cadena de suministro de UNACEM y al encontrarse compitiendo en un mercado oligopólico donde la empresa es el principal actor, se puede observar que la empresa no presenta una fuerte integración vertical ya que depende mucho de empresas terceras para actividades críticas como la explotación de sus canteras y las actividades de mantenimiento de todos los equipos de la planta. Esto le ha permitido concentrarse principalmente en su *core business* sin embargo esto a su vez representa un riesgo de pérdida de *know-how* que la empresa debe aminorar.

Por otra parte, llama la atención el fuerte vínculo con los comercializadores, que se hacen cargo de la operación de estiba de las bolsas de cemento y que cuentan con oficinas a tan solo unos metros fuera de la planta lo cual denota la intención de UNACEM de acelerar el proceso de venta y facturación lo que mejora notablemente el flujo de efectivo permitiendo resolver cualquier controversia en un tiempo muy reducido para ambas partes.

Es de resaltar la presencia de fuertes actores en lo relacionado al suministro de materias primas y suministros. Así empresas como San Martín Contratistas Generales y Forsac, aseguran la continua provisión de materiales en condiciones de tiempo y calidad acordes a las necesidades de la empresa.

Finalmente, se hace patente la necesidad de establecer medios de comunicación que permitan la transferencia de información antes y después del proceso de producción. Esto permitiría la mejora de las operaciones de la empresa y la relación con proveedores y clientes grandes y pequeños impactando directamente en la imagen de una empresa que continua trabajando por mantenerse en el top de las empresas a nivel sudamericano.



## Capítulo XV. Responsabilidad Social Empresarial

La gestión de sostenibilidad se basa en el Sistema Integrado de Gestión (SIG), certificado en las normas ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, BASC y PBIP, que garantiza la ejecución de sus operaciones con los más altos estándares de calidad, de protección de sus instalaciones, de desempeño ambiental, de salud y seguridad en el trabajo. Además de continuar trabajando en la incorporación de la norma voluntaria de responsabilidad social ISO 26000.

UNACEM desarrolla su negocio con un enfoque de sostenibilidad que respeta el ambiente y que genera valor a sus grupos de interés, todo ello basado en su Política de Responsabilidad Social Empresarial. Por esa razón, nace la Asociación UNACEM (antes Asociación Atocongo), que se encarga de fortalecer la visión sostenible de la organización y de desarrollar la estrategia de responsabilidad social del Grupo UNACEM, alineada con los objetivos de negocio. Desde la política de sostenibilidad, la empresa contribuye con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas y, por primera vez, aspira a lograr el Nivel Avanzado del Pacto Mundial de la Organización de las Naciones Unidas al comunicar su progreso en el marco de sus 10 principios en materia laboral, derechos humanos, medio ambiente y prácticas anticorrupción.

Con el fin de seguir liderando el mercado cementero, en el 2016 redefinió sus objetivos para el plan estratégico 2016-2021, basándose en los valores de la empresa como la responsabilidad, ética, legalidad, excelencia, compromiso e innovación. La empresa realiza importantes proyectos de inversión, para ampliar la capacidad de las plantas, ser más eficientes en los combustibles y medios de transporte y demás operaciones.

UNACEM cuenta con tres documentos orientados a promover las buenas prácticas de Gobierno Corporativo: el Código de Buenas Prácticas de Gobierno Corporativo, el Reglamento de la Junta General de Accionistas y el Reglamento del Directorio. Estos

documentos permiten garantizar el buen desempeño de la empresa y evitar los conflictos de interés, a través del comportamiento ético de los miembros del Directorio. La vía principal para que los accionistas transmitan recomendaciones al Directorio es la Junta General de Accionistas. Sin embargo, también reciben sus recomendaciones o consultas a través de otros medios, como reuniones individuales, llamadas telefónicas y medios escritos. Para el medio ambiente, participación activa y desarrollo de la comunidad.

UNACEM gestiona el cumplimiento regulatorio y sus impactos a través de herramientas y de soportes técnicos. Cuenta con el Sistema GEORGE, que controla el cumplimiento de las obligaciones legales de todas las áreas de la empresa, lo que les permite mantener un control sobre vencimientos de obligaciones legales y voluntarias, eliminando el riesgo de perder permisos o licencias, así como la imposición de sanciones. Adicionalmente, realiza auditorías semestrales de cumplimiento regulatorio social, previene cualquier acto de corrupción en el interior de la empresa entregando a todos sus colaboradores el código de Normas Internas de Conducta (NIC). Este código detalla los objetivos y las pautas obligatorias por seguir en todas las actividades corporativas.

Las prácticas laborales se centran en:

- Contratación y retención del talento.
- La seguridad y la salud son lo primero.
- Comité Central de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Respeto por los derechos humanos (Reglamento Interno de Trabajo (RIT) y en las Normas Internas de Conducta.)
- Capacitación y desarrollo.
- Relaciones entre los trabajadores y la dirección.

UNACEM comparte conocimientos y estándares con sus clientes a fin de mejorar las prácticas de su propio entorno y para mantener el liderazgo en el mercado. A través de las

auditorías internas y externas del SIG, verifica el cumplimiento de los requisitos relacionados con el producto; asimismo, brinda servicios complementarios a sus clientes, que permiten fortalecer la cadena de distribución.

Dentro de los planes que se desarrollan y se enfocan a los consumidores se tiene:

- Innovación y desarrollo.
- Capacitación y desarrollo de los clientes
- Comunicaciones con los clientes (marketing).
- Satisfacción con los productos.
- Transparencia en la información.

### **15.1 Identificación y Análisis de Stakeholders**

UNACEM promueve el desarrollo y el crecimiento de sus stakeholders, buscando mantener una relación cercana, basada en el diálogo continuo, claro y transparente, lo que le permite generar confianza a largo plazo. Para fortalecer esta gestión, la Asociación UNACEM promueve y facilita la ejecución de la estrategia corporativa de sostenibilidad, e impulsa las iniciativas de inversión social alineadas a los objetivos de negocio. En la Tabla 41 se muestran algunas de las acciones que UNACEM ha desarrollado con respecto a Responsabilidad Social Empresarial en los últimos años a través de la Asociación UNACEM.

UNACEM mantiene un compromiso activo con el bienestar de sus ocho principales grupos de interés (medio ambiente, colaboradores, comunidad, accionistas, proveedores, gobierno, clientes y generaciones futuras); y muestra sus resultados de gestión de sostenibilidad en forma transparente en reportes elaborados de conformidad con las guías G4 de la *Global Reporting Initiative* (GRI) las cuales son de uso internacional. En la Tabla 42 se muestra la relación entre el triple balance, los impactos y los grupos de interés de UNACEM.

Tabla 41

*Acciones implementadas en Atocongo en RSE de UNACEM*

Área	Acciones
Infraestructura social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 43 obras comunales.</li> <li>• Apoyo en 20 obras comunales ejecutadas por el gobierno local</li> <li>• Atención a 7 instituciones educativas.</li> <li>• Donación de 594 bolsas de cemento a 14 familias beneficiarias del Programa Nacional Techo Propio.</li> </ul>
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25,737 atenciones preventivas con servicios médicos y atenciones educativas en las campañas de salud familiar.</li> <li>• Intervención para el control y reducción de la anemia (307 niños).</li> <li>• Implementación de 3 establecimientos de salud con materiales educativos y de estimulación para gestantes y niños.</li> </ul>
Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones diversas y asesorías para negocios.</li> <li>• Talleres artísticos y deportivos mediante programa Arte, Cultura y Deporte.</li> <li>• Capacitación de líderes ambientales de los Comités Ambientales Zonales.</li> <li>• Participación en reuniones de las Comisiones Ambientales Municipales en Villa María del Triunfo y en Villa el Salvador para el cumplimiento de la Agenda Ambiental Local.</li> </ul>
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campañas de arborización.</li> <li>• Fomento de Programa Educativo Ambiental Integrado en instituciones educativas, alineado a la estrategia del Minedu “Espacios de Vida”</li> <li>• Promoción en la formación de Mesa de Concertación de Lucha contra la Pobreza de Lima Sur.</li> </ul>
Relaciones Comunitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de Comité Multisectorial de Salud de Villa María del Triunfo.</li> <li>• Visitas comunitarias a la planta Atocongo.</li> </ul>

*Nota.* Adaptado de “Reporte de Sostenibilidad 2018” (p. 26-31), por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2018, Lima, Perú.

Tabla 42

*Triple Balance, Impactos y Grupos de Interés de UNACEM*

Balance	Impacto	Grupo de Interés
Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamización de la economía local y nacional.</li> <li>• Contribución a la formalización de la cadena del sector construcción (ferreterías, transportistas, Progresol).</li> <li>• Desarrollo de las comunidades de la zona de influencia.</li> </ul>	<p>Comunidad, proveedores, gobierno.</p> <p>Gobierno, proveedores, clientes</p>
Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo personal y profesional de trabajadores.</li> <li>• Gestión de seguridad y salud Ocupacional.</li> <li>• Gestión de proveedores y contratistas.</li> <li>• Formación de autoconstructores.</li> <li>• Mitigación de impactos ambientales.</li> </ul>	<p>Comunidad, generaciones futuras, gobierno.</p> <p>Colaboradores.</p> <p>Colaboradores</p> <p>Proveedores, contratistas</p> <p>Clientes</p>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumos de agua.</li> <li>• Reducción de la emisión de gases.</li> </ul>	<p>Ambiente</p> <p>Ambiente, comunidad, gobierno</p> <p>Ambiente, gobierno, generaciones futuras.</p>

UNACEM maneja diversos mecanismos que le permite tener una comunicación clara, abierta y transparente con sus diferentes grupos de interés, para lo cual hace uso de canales internos y externos (Tabla 43).

Tabla 43

*Canales de Comunicación con Grupos de Interés*

Grupo de Interés	Canal de Comunicación
Colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política de puertas abiertas</li> <li>• Reuniones periódicas</li> <li>• Web e intranet</li> <li>• Boletín de responsabilidad social</li> <li>• Correo electrónico</li> <li>• Boletín El Concretito</li> <li>• Periódicos murales</li> <li>• Revista interna En Concreto</li> </ul>
Comunidades y generaciones futuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionistas comunitarios</li> <li>• Reuniones y talleres</li> <li>• Diagnósticos sociales y de percepción</li> <li>• Estudio de reputación</li> <li>• Stand comunitario en campañas y eventos</li> <li>• Encuestas de percepción y satisfacción a beneficiarios de proyectos ISP</li> <li>• Visitas a las plantas de producción</li> <li>• Facebook y pagina web de UNACEM y de la Asociación UNACEM</li> </ul>
Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamiento directo permanente</li> <li>• Reuniones periódicas</li> </ul>
Accionistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficina de atención al accionista y equipo de Relación con Inversionistas</li> <li>• Página web corporativa y sección para el inversionista</li> <li>• Newsletter trimestral</li> </ul>
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Página web de UNACEM</li> <li>• Encuentros de la red Progresol</li> <li>• Encuestas de satisfacción</li> </ul>
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gremios sectoriales ASOCEM, SIN, SNMPE, ADEX, COMEX, CONFIEP</li> <li>• Participación en cámaras de comercio</li> </ul>

*Nota.* Adaptado de "Reporte de Sostenibilidad 2018" (p. 12), por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2018, Lima, Perú.

Por otro lado, el valor económico generado por UNACEM es reportado anualmente y la información garantizada a través de los mecanismos que declara la empresa haciendo uso de auditorías, consultorías y estudios. En la Tabla 44 se muestra el valor económico comparativo entre los años 2017 y 2018.

Tabla 44

*Valor económico entre grupos de interés*

Valor Económico	Año		Variación
	2017	2018	
Directo creado	2'170,142	2'147,025	(23,117)
Ingresos por ventas	1'862,651	1'968,994	106,343
Otros Ingresos.	307,491	178,031	(129,460)
Distribuido	1'703,984	2'005,315	301,331
Remuneraciones y otros beneficios sociales para colaboradores.	191,257	201,772	10,515
Proveedores de bienes y servicios.	1'050,398	1'254,684	204,286
Gastos Financieros (intereses).	225,959	246,900	21,305
Impuestos y pago a gobiernos.	220,698	283,976	63,278
Responsabilidad social e inversión social privada.	16,036	17,983	1,947
Retenido	466,158	141,710	(324,448)
Dividendos a accionistas	85,619	85,618	1

*Nota.* Adaptado de "Reporte de Sostenibilidad 2018" (p. 7), por Unión Andina de Cementos S.A.A., 2018, Lima, Perú.

Las acciones realizadas por UNACEM en el campo de la Responsabilidad Social Empresarial han sido reconocidas a través de diversos premios otorgados por distintas organizaciones, entre los que podemos listar los siguientes:

- PERÚ 2021: Distintivo como Empresa Socialmente Responsable (ESR).
- Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI): Distintivo como Empresa Socialmente Responsable (ESR), modalidad regional latinoamericana.
- Premios Effie Awards ® PERU: Premio Gran Effie 2016 y Effie de Oro en la categoría "Otros Productos", por la campaña "Los APUS" de Cemento Apu.
- Latin American Effie Awards: Premio Gran Effie de alcance latinoamericano por la campaña "Tan fuerte como tú", de Cemento Apu. Premio Effie de Oro en la categoría "Nuevos Productos y Servicios".

- Centro de Atención del Adulto Mayor “TAYTA WASI”: Reconocimiento por su compromiso con los adultos mayores.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA): Finalista del Premio Cultura el Agua.
- Compañía de Bomberos “NUEVO MILENIO” B-155: Reconocimiento por el compromiso con los bomberos.

## 15.2 Conclusiones

UNACEM cuenta con una Asociación que se encarga de fortalecer la visión sostenible de la organización y de desarrollar la estrategia de responsabilidad social del Grupo UNACEM, alineada con los objetivos de negocio.

Por otro lado, maneja diversos mecanismos de comunicación que le permite tener una comunicación clara, abierta y transparente con sus diferentes grupos de interés, compartiendo conocimientos y estándares con sus clientes a fin de mejorar las prácticas de su propio entorno y para mantener el liderazgo en el mercado.

Además, la empresa mantiene un compromiso activo con el bienestar de sus ocho principales grupos de interés (medio ambiente, colaboradores, comunidad, accionistas, proveedores, gobierno, clientes y generaciones futuras); y muestra sus resultados de gestión de sostenibilidad en forma transparente en reportes elaborados de conformidad con las guías G4 de la *Global Reporting Initiative* (GRI) las cuales son de uso internacional.

## Capítulo XVI. Conclusiones y Recomendaciones

### 16.1 Conclusiones

- UNACEM es una empresa de fabricación de cemento con una clasificación masivo-continuo dentro de la matriz de proceso de transformación, teniendo como producto principal la fabricación de cementos tipo Portland comercializados en bolsas y a granel.
- La planta Atocongo se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Lima, teniendo como fortalezas el estar situada al lado de su yacimiento de materia prima, tener acceso a carreteras para la salida de sus productos, tener una planta alterna para el abastecimiento de fluido eléctrico y tener un muelle a través de cual reciben materia prima y sirve también como salida para la exportación de productos. Es una debilidad en su ubicación el crecimiento poblacional en sus alrededores, que ha acortado su distancia de la zona urbana.
- UNACEM es una empresa que elabora sus productos por procesos pero trabaja bajo una organización funcional de su personal.
- La distribución de la planta encontrada es por producto, donde el proceso principal es la fabricación de clinker, materia prima para la fabricación de cemento y subproducto que también es exportado.
- La satisfacción en el trabajo del personal de UNACEM ha aumentado con respecto a su anterior evaluación del año 2014 gracias a la implementación de políticas de capacitación, actividades deportivas e intercambio de conocimiento entre las plantas del grupo.
- UNACEM es una empresa con procesos automatizados, en donde el personal operativo es reducido para la capacidad de la planta, siendo la mayor parte del personal de los procesos de apoyo como el mantenimiento, encontrándose que no

se cuentan con manuales de procedimientos estandarizados. El único proceso operativo que en gran parte continua siendo manual, es en de envasado y carguío del cemento embolsado, siendo este último realizado por un tercero dentro de las instalaciones de UNACEM y el cual representa genera el 8% de los accidentes que se tuvo el año 2018.

- La subgerencia de logística de UNACEM evalúa a sus proveedores cada 5 años utilizando un diagrama de Pareto para seleccionar a los mismos utilizando como criterio el monto de compras realizadas al proveedor.
- Se encontró que la capacidad instalada de los silos de cemento representa un cuello de botella para la fabricación de cemento pues al llenarse debe detenerse el proceso de molienda, siendo estos silos el punto de desacople en el sistema de fabricación *make to stock* de UNACEM.
- La distribución de los costos fijos y variables se ha mantenido constante en los últimos 4 años, presentando un margen de contribución por encima del 60% al año 2018. Los inventarios de repuestos almacenados representan el 40% del total de inventarios del año 2018.
- Se encontró un sistema integrado de gestión maduro de la trinorma (ISO9001,ISO 14001 y OHSAS18001) junto de la norma ISO37001, con indicadores, objetivos y seguimiento de los mismos, así como un seguimiento permanente en el control de la calidad de los productos tanto en proceso como terminados con un tratamiento de productos no conformes.
- La edad promedio del personal de mantenimiento está en los 55 años, y considerando la falta de manuales para la ejecución del mismo y la tercerización del mantenimiento a través de empresas contratistas, a lo que sumando la falta de

estrategias como el TPM, pueden generar el riesgo de pérdida de conocimiento que pueden afectar la disponibilidad de los procesos.

- La estrategia de distribución de UNACEM está basada en la venta de sus productos en la misma planta a través de distribuidores, ofreciendo a las ferreterías que lo deseen precios de venta preferenciales de suscribir un contrato de exclusividad en la venta de los cementos del portafolio de UNACEM.
- La empresa mantiene un compromiso activo con el bienestar de sus ocho principales grupos de interés (medio ambiente, colaboradores, comunidad, accionistas, proveedores, gobierno, clientes y generaciones futuras); con mecanismos de atención internacionalmente aprobados por la Global Reporting Initiative (GRI).

## 16.2 Recomendaciones

- Se recomienda la elaboración de las especificaciones con las que deben cumplir las bolsas de cemento, buscando así una reducción en el costo en la compra de bolsas a través del concurso entre varios proveedores. Para el caso de las bolsas de cemento Sol se estima un beneficio inicial de S/ 156,200.
- Se recomienda automatizar el proceso de envasado manual, buscando reducir las pérdidas de producto, estimando un beneficio inicial de S/ 474,424.
- Se recomienda reubicar la cancha de almacenamiento de yeso debido a que actualmente tiene que hacer un recorrido de 6 km antes de poder ser llevado al sistema de fajas transportadoras que lo llevan a los silos. Con esta propuesta se busca reducir a 4 km esta distancia recorrida, lo que representa un beneficio inicial de S/ 103,709
- Se recomienda la elaboración de manuales para el personal de mantenimiento debido al riesgo de pérdida de conocimiento en la planta, lo que representa un

beneficio inicial de S/ 53,131 considerando el ahorro en tiempo de parada de las líneas de producción de clinker.

- Se recomienda planificar el consumo de bolsas mensuales de los tipos de cemento, para de esta manera ahorrar en espacio de almacenamiento y disminuir el stock de bolsas, que actualmente es de S/ 38.5 millones.
- Se recomienda implementar mejoras en el ERP SAP para el despacho de cemento para mejorar la asignación de canales a los vehículos y evitar que el personal operador tenga que realizar estas operaciones, lo que representa un beneficio inicial de S/ 600,595.
- Se recomienda implementar subastas electrónicas para materiales no críticos, así como el desarrollo de mejores indicadores en la gestión de los procesos logísticos.
- Se recomienda realizar el estudio de los repuestos que presentan baja rotación de inventario y dar de baja a los repuestos obsoletos, representando esta mejora un beneficio inicial de S/ 652,621.
- Se recomienda la implementación de un cuadro de mando integral con información en tiempo real para tener bajo control los indicadores del Sistema Integrado de Gestión, lo que representa un beneficio inicial de S/ 202,124.
- Se recomienda en mantenimiento la reducción de personal con perfiles duplicados que no agregan valor al proceso y del personal mayor de 65 años, así como la implementación de un programa de TPM, lo que representa un beneficio inicial de S/ 369,265.
- Se recomienda la implementación de una plataforma de extranet con los clientes externos para mejorar el flujo de información y poder planificar mejor la demanda, estimando con esta mejora un beneficio inicial de S/ 568,440.

En la Tabla 41 se muestra un resumen de todas las recomendaciones que se detallaron, alcanzando un beneficio total al primer año de S/ 3'180,508.



Tabla 45

*Resumen de Recomendaciones para UNACEM*

Capítulo	Nombre del capítulo	Propuesta de mejora	Inversión	Ahorro	Beneficio al primer año
IV	Planeamiento y Diseño de los Productos	Elaborar especificaciones con las que deben cumplir las bolsas de cemento	59,800	216,000	156,200
V	Planeamiento y Diseño del Proceso	Automatizar el proceso de envasado manual	1,254,000	1,728,424	474,424
VI	Planeamiento y Diseño de Planta	Reubicar la cancha de almacenamiento de yeso	627,000	730,709	103,709
VII	Planeamiento y Diseño del Trabajo	Elaborar manuales de mantenimiento	84,000	137,131	53,131
IX	Programación de Operaciones Productivas	Implementar mejoras en el ERP SAP para el despacho de cemento	313,968	914,562	600,594
XI	Gestión de Costos	Revisión de inventarios de repuestos	48,000	700,621	652,621
XII	Gestión y Control de la Calidad	Implementar cuadro de mando integral con información en tiempo real	12,000	214,124	202,124
XIII	Gestión del Mantenimiento	Reducir cantidad del personal de mantenimiento e implementar un programa de TPM	449,908	819,173	369,265
XIV	Cadena de Suministro	Implementar una plataforma de extranet con los clientes externos	56,250	624,690	568,440
Total			2'904,926	6'085,434	3'180,508

## Referencias

- Abdú, H. (2013). *La Planeación y el Desarrollo de Productos*. Universidad Piloto de Colombia. Recuperado de <http://ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=1593368&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Al-Turki, U., Ayar, T., Yilbas, B. & Ziyaettin, A. (2014). *Integrated Maintenance Planning in Manufacturing Systems*. New York, NY: Springer
- Alcocer-Quinteros, P., & Knudsen-González, J. (2019). Desempeño integral de los procesos logísticos en una cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 40(1), 78–87. Recuperado de <http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=134349309&lang=es&site=ehost-live>
- Archel, P., Gómez, M. (2013) Crisis de la valoración contable en el capitalismo cognitivo. *Innovar*, 24(52), 103-116, abr. 2014. ISSN 2248-6968. doi: <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n52.42526>
- Ardila, G. (2016). *Rediseño, Socialización e Implementación del Proceso de Pagos a Proveedores y Terceros a Partir de Lean Management en RSA Seguros (Colombia)*. Recuperado de: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2976/1/ArdilaBadilloGiovanniJavier2016.pdf>
- Asociación de Productores de Cemento [ASOCEM]. *Consumo de cemento nacional 2010-2018*. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico--2018>
- Asociación para el fomento de la infraestructura nacional [AFIN]. (2015). *Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Recuperado de:

[https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/SF\\_HUANCAYO\\_HUANCAVELICA/plan\\_nacional\\_infraestructura\\_2016\\_2025\\_2.pdf](https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/SF_HUANCAYO_HUANCAVELICA/plan_nacional_infraestructura_2016_2025_2.pdf)

Avolio, B., Hansen, D. & Mowen, M. (2018). *Administración de costos : contabilidad y control*. México, D.F. : Cengage Learning

Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J., Pachecho, A., Rivera, A., Rivera, I., Obregón, M. (2014) *Introducción a la ingeniería industrial*. Grupo Editorial Patria, 2014. ProQuest Ebook Central,

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucpcentrumsp/detail.action?docID=3227816>

Báez, C. (2007). La planificación estratégica como herramienta. *ACIMED*, 16(2), 1.

Retrieved from

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=27827174&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Cazorla, E. (2013). *Optimización del proceso de combustión en el área de clinkerización mediante la utilización de un analizador de gases en la empresa "Cemento Chimborazo C.A."*. Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Recuperado de

<https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2696/1/96T00214.pdf>

Cárcel, F. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 68-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75/>

Chase, R, Jacobs, F. & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* (12va. ed.) México DF, México: McGraw Hill.

Chambergó, I. (2014). *Contabilidad de costos para la toma de decisiones: aplicación práctica*. Instituto Pacífico. Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02225a&AN=pucp.559253&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Clancy, K. & Krieg, P. (2006). Sobrevivir a la innovación y al lanzamiento de un nuevo producto. *Harvard-Deusto Marketing & Ventas*, (76), 6-13.

Cuervo, J., & Osorio, J. (2013). *Costeo basado en actividades ABC: gestión basada en actividades ABM* (2a. ed.), Ecoe Ediciones, 2013. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucpcentrumsp/detail.action?docID=4870521>

Crosby, P. (1979). *Quality is free: The art of making quality certain* (175-257). New York: McGraw-hill.

D'Alessio, F. (2012). *Administración de las operaciones productivas. Un enfoque en procesos para la gerencia*. Lima, Perú: Pearson.

Duffuaa, S. & Raouf, A. (2015). *Planning and Control of Maintenance Systems* (2da. ed.). New York, NY: Springer

*Etapas para una correcta implementación de la norma ISO 9001* (2019). Recuperado el 5 de agosto de 2019, de <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2016/08/etapas-correcta-implementacion-de-la-norma-iso-9001/>

Faisal, M., Banwet, D., & Shankar, R. (2006) Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. *Business Process Management Journal*, 12, 535–552

Gaither, N. & Frazier, G. (2008). *Administración de producción y operaciones* (8a. ed.) México DF, México: Pearson.

Gangurde, S., & Chavan, A. (2016). Benchmarking of purchasing practices using Kraljic approach. *Benchmarking*, 23(7), 1751-1779.

doi:<http://dx.doi.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/10.1108/BIJ-01-2015-001>

García, J. (2014). *Contabilidad de costos*. México, DF : McGraw Hill Education.

- García, O., Vallejo, B. & Mora, C. (2014). La calidad desde el diseño: principios y oportunidades para la industria farmacéutica. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 68-78.
- Garvin, D. (1988). Competir en las ocho dimensiones de la calidad. *Harvard Deusto Business Review*, 34, 37-48.
- González, L. (2001). *Satisfacción y motivación en el trabajo*. Madrid : Diaz de Santos.
- Gonzales, A. (2014). *Mejora del proceso de despacho de bolsas de cemento para la empresa UNACEM usando bus de campo AS-I*. Universidad Nacional Tecnológica del Cono sur de Lima UNTECS, Lima, Perú. Recuperado de [https://repositorio.unfels.edu.pe/bitstream/UNTELS/129/1/Gonsales\\_Ana\\_trabajo\\_de\\_investigación\\_2014.pdf](https://repositorio.unfels.edu.pe/bitstream/UNTELS/129/1/Gonsales_Ana_trabajo_de_investigación_2014.pdf)
- Gunasekaran, A. (2004), Supply chain management: theory and applications, *European Journal of Operational Research*, 159(2), 265-268.
- Heizer, J. & Render, B. (2009). *Principios de Administración de operaciones* (7ma. ed.) México DF, México: Pearson.
- Horngren, C., Datar, S., Rajan, M., (2012), *Contabilidad y Costos*. Madrid, España: Pearson. Recuperado de [http://www.ingebook.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000193&codigo\\_libro=](http://www.ingebook.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000193&codigo_libro=)
- Huertas, R. & Consolación, C. (2009). A framework for designing new products and services. *International journal of market research*, 51(6), 819-840.
- Hualpa, A., Suarez, C. (2013). Ubicación y dimensionamiento como parámetros en el diseño de almacenes: revisión del estado de arte. *Ingeniería*, 18(1), 65-83
- Irarrázabal, A. (2010). *Contabilidad: fundamentos y usos* (6a. ed.), Editorial ebooks Patagonia - Ediciones Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucpcentrumsp/detail.action?docID=3198669>

Krajewski, L. & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones, estrategia y análisis*.

México: Pearson.

Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*,

61(5), 109-117. Recuperado de <http://doi.org/10.1225/83509>

Larrea, A., Nuela, S., Redrobán, C., Calderón, E., Tenicota, A. & Arregui, C. (2018).

Aproximación a un análisis conceptual del proceso de mantenimiento en el entorno industrial. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 6(1), 1–17.

Recuperado de

<http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=132100028&site=eds-live&scope=site>

Lerma, A. (2017). *Desarrollo de nuevos productos: una visión integral*. México, D. F:

Cengage Learning.

Luzuriaga, A., Marin, M., & Bonilla, D. (2018). ERP como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. *Revista Lasallista de Investigación*. DOI:

10.22507/rli.v15n2a14

Mendoza, D. (2015). *Optimización del muestreo y análisis geoquímico de la caliza del yacimiento Pucará para la fabricación del cemento – Región Lima – Atocongo*.

Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Recuperado de

<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/972>

Mendoza, M. & Polanco, N. (2016). El Abastecimiento Estratégico Y Su Aplicación en Las Empresas. *Saber, Ciencia y Libertas*, 11(1), 129–140. Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=125341939&lang=es&site=eds-live&scope=site>

- Martínez, A. (2004). *Planeación estratégica de la planta*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México. Recuperado de <https://eprints.uanl.mx/1513/1020146704.pdf>
- Miyashiro, M. & Ortiz, M. (2016). *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)*. Recuperado de: [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&ved=2ahUKEwiAt-KPgPDjAhXntlkKHVygBoUQFjAPegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fcybertesis.unmsm.edu.pe%2Fbitstream%2Fcybertesis%2F5281%2F1%2FMiyashiro\\_lm.pdf&usg=AOvVaw0AHVIUolW0XDNfdfcCpwnY](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&ved=2ahUKEwiAt-KPgPDjAhXntlkKHVygBoUQFjAPegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fcybertesis.unmsm.edu.pe%2Fbitstream%2Fcybertesis%2F5281%2F1%2FMiyashiro_lm.pdf&usg=AOvVaw0AHVIUolW0XDNfdfcCpwnY)
- Monsalve, G. (2018). *Planificación de operaciones de manufactura y servicios*. Editor: Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín: Colombia.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta* (2da. Edición). Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Juran, J. M. (1990). *Juran y la planificación para la calidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Narsimhan, S., & Ungarala, D. (2016). Competitive Negotiation Tactics and Kraljic Portfolio Category in SCM. *Journal of Supply Chain Management Systems*, 5(3), 35–50. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=117591379&lang=es&site=ehost-live>
- Ortiz-Vargas, D., & Montoya-Torres, J. (2012). Programación de la producción bajo un ambiente de colaboración en una cadena de suministro diádica. *Ingeniería y Universidad*, 16(2), 315–331. Recuperado de:

<http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=87350018&lang=es&site=ehost-live>

Ortiz-Triana, V., & Caicedo-Rolón, Á., Jr. (2015). Procedimiento Para La Programación Y Control De La Producción De Una Pequeña Empresa. *Revista Ingeniería Industrial*, 14(1), 49–104. Recuperado de:

<http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=110038439&lang=es&site=ehost-live>

Osorio, J., Manotas, D., & Rivera, L. (2017). Priorización de Riesgos Operacionales para un Proveedor de Tercera Parte Logística - 3PL. *Información Tecnológica*, 28(4), 135–144. <https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.4067/S0718-07642017000400016>

Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos* (2a. ed.). Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>

Pardo, J. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid, España: AENOR ediciones

Pistarelli, A. (2017). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización* (3ra. ed.). Buenos Aires, Argentina: Springer

Platas, J. & Cervantes, M. (2015). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. México DF, México: Patria.

Project Management Institute. (2004). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Newtown Square, Pa: Project Management Institute.

Polo, D., Fernández, M., & Ramírez, R. (2012). Diseño del trabajo y satisfacción con la vida. *Revista Venezolana de Gerencia*. 17(59), 466-481

Ramírez, G., Torné, M. y Orejuela-Cabrera, J. (2012). Programación De Operaciones Para El Llenado De Tolvas Dosificadoras en Una Empresa De Concentrados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 165. Recuperado de:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.9f581c4a98a4861a34136e378b1c4f9&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Robbins, S., & Judges, T. (2009). *Comportamiento Organizacional*. México: Pearson Educación.

Rodríguez, G., Balestrini, S., Meleán, R. y Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. *Revista de Ciencias sociales*, 3(1), 135-156.

Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>

Sanguinetti, W. (2012). La regulación de los efectos laborales de la subcontratación: el Perú en América del Sur. *Derecho PUCP*, (69), 335–353. Recuperado de:

<http://search.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=102920156&lang=es&site=ehost-live>

Sorli, M., & Stokic, D. (2009). Innovating in product/process development: Gaining pace in new product development. *Springer Science & Business Media*. doi: 10.1007/978-1-84882-545-1

Tan, K. C., Handfield, R. B., & Krause, D. R. (1998). Enhancing the firm's performance through quality and supply base management: an empirical study. *International Journal of Production Research*, 36(10), 2813–2837. <https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1080/002075498192490>

Tang, C. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451–488

Tarazona, L. (2015). *Dimensionamiento y diseño de planta. Planeamiento agregado en las operaciones*. Universidad San Martín de Porres. Recuperado de:

[http://www.academia.edu/24123469/DIMENSIONAMIENTO\\_Y\\_DISE% C3% 91O\\_ DE\\_PLANTA\\_PLANEAMIENTO\\_AGREGADO\\_EN\\_LAS\\_OPERACIONES\\_MO](http://www.academia.edu/24123469/DIMENSIONAMIENTO_Y_DISE% C3% 91O_ DE_PLANTA_PLANEAMIENTO_AGREGADO_EN_LAS_OPERACIONES_MO)

NOGRAF% C3% 8DA\_PARA\_EL\_CURSO\_DE\_ADMINISTRACION\_DE\_OPERACIONES

- Torres, J., & Jaramillo, O. (2015). *Diseño y análisis del puesto de trabajo : herramienta para la gestión del talento humano*. Barranquilla, Colombia : Universidad del Norte ; Ediciones de la U, 2015.
- Torres, Z. (2014). *Administración estratégica*. México DF, México: Grupo editorial Patria.
- Ugalde, N. (2011). Calidad en la gestión: administración por procesos, costeo por actividades y el cuadro de mando integral. *Revista de Ciencias Económicas*, 29(2). Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.b6b2edd c894947f58d9bd4ace259eea8&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Unión Andina de Cementos [UNACEM]. *Brochure Corporativo*. Recuperado de: [https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/08/42872\\_BROCHURE-UNACEM.pdf](https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/08/42872_BROCHURE-UNACEM.pdf)
- Unión Andina de Cementos [UNACEM]. *Reporte de Sostenibilidad UNACEM 2018*. Recuperado de: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2019/02/3-reporte-de-sostenibilidad2018.pdf>
- Urbig, D., Bürger, R., Patzelt, H., & Schweizer, L. (2013). Investor reactions to new product development failures: The moderating role of product development stage. *Journal of Management*, 39(4), 985-1015. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0149206311416120>
- Vila, C., & Albiñana, J. (2016). An approach to conceptual and embodiment design within a new product development lifecycle framework. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2856-2874.

Zapata, M. (2003). *Control de Costos de una operación minera mediante el método del “Resultado Operativo”*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Recuperado de <https://repositorio.unmsm.edu.pe/handle/UNMSM/3930>



## Apéndice A. Personal entrevistado de UNACEM

Tabla A1

*Lista de Personal Entrevistado de UNACEM*

Cargo	Nombre
Gerente de Operaciones Atocongo	Juan Asmat
Sub gerente de Logística	Diego Larrabure
Sub gerente de Mantenimiento	Juan Romero
Sub gerente de Marketing	Gabriel Barrio
Jefe de División de Envase y Despacho	Luis Salinas
Jefe de División de Producción	Luis Lara
Jefe de Departamento de Almacenes	Carlos Garay
Jefe de Departamento de Compras	Dante Villalobos
Jefe de Departamento de Contabilidad de Costos	Teresa Asca
Jefe de Desarrollo, Organización y Métodos	Javier Costa
Asistente Encargado de Molienda	Leonardo García
Supervisor de División de Materias Primas	Ever León