



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LAS
OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE
CONCRETO PREMEZCLADO, PARA OPTIMIZAR
LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bachiller. Jhon James Hernández Vásquez.

Bachiller. Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.

Asesor:

Ing.: Elmer Aguilar Briones.

Cajamarca – Perú

2017



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

COPYRIGHT ©2017 by

Bachiller. Jhon James Hernández Vásquez.

Bachiller. Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.

Todos los derechos reservados

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los bachilleres **Jhon James Hernández Vásquez** y **Marcos Duberli Vargas Zaquinaula**, denominada:

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LAS OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO, PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.

Ing. Elmer Aguilar Briones
ASESOR

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega
JURADO

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedicamos a nuestras familias que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecimos como personas. A nuestros padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarnos a cumplir nuestros objetivos como persona y estudiante. A nuestros padres por brindarnos los recursos necesarios y estar a nuestro lado apoyándonos y aconsejándonos siempre.

AGRADECIMIENTO

*Agradecemos a Dios por la
sabiduría y a nuestros padres y hermanos por
su apoyo desmedido.*

RESUMEN

La investigación que se realizó fue muy importante para la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, ya que tuvo como propósito implementar un sistema de mejora de operaciones en el área de producción de concreto premezclado, para optimizar los costos de producción de la planta.

La metodología que se utilizó en la investigación fue el ciclo PDCA o mejora continua (Plan, Do, Check, Act); inicia con planear, hacer, verificar y actuar. Así mismo, dentro de este ciclo se utilizó dos herramientas específicas como: el método AMFEC (Análisis Modal de Fallos y Efectos con Criticidad) y también se realizó ensayos de control de calidad como: ensayos de contenido de humedad de agregados y % de finos, ensayo de calidad de granulometría global de los agregados, determinación de combinación de agregados y resúmenes de módulos de finura para ver la reducción que se obtuvo por cada tipo de concreto y su respectivo análisis de costos.

Al utilizar la herramienta AMFEC se implementó una unidad de mantenimiento FRL (Filtro Regulador Lubricador), además, se rediseñó el suministro de aire en el silo de cemento, también, se realizó una conexión directa en los suministros de aditivos, y finalmente, se aumentó la frecuencia de mantenimiento en la planta; logrando eliminar o minimizar las fallas que ocasionaban las paradas de planta en plena producción, obteniendo como consecuencia un ahorro anual de S/. 51,890.75 soles.

Otro resultado también relevante que se obtuvo a través de los ensayos de control de calidad, es un nuevo tipo de dosificado para la producción de concreto premezclado de los siete productos más demandados. En consecuencia, se redujo el costo de producción en un promedio de S/. 112,127.91 soles al año.

Los resultados obtenidos de la investigación que se realizó concuerdan con los estudios y la literatura previa. Además, esta investigación deja muchas posibilidades de nuevos estudios.

Al culminar la investigación se comprueba que con la implementación de la mejora de las operaciones de concreto premezclado si lograron optimizar los costos de producción notablemente.

ABSTRACT

The research that was carried out was very important for the North Pacasmayo S.R.L Distributor Company, since its purpose was to implement a system of improvement of operations in the area of production of ready-mix concrete, to optimize the production costs of the plant.

The methodology used in the research was the PDCA cycle or continuous improvement (Plan, Do, Check, Act); Starts with planning, doing, checking and acting. Also, within this cycle, two specific tools were used: the AMFEC method (Modal Analysis of Faults and Effects with Criticality) and quality control tests were also carried out, such as assays of moisture content of aggregates and% of fines, Quality assay of aggregate aggregate granulometry, aggregate combination determination and finite module summaries to see the reduction obtained by each type of concrete and its respective cost analysis.

When using the AMFEC tool, a maintenance unit FRL (Filter Regulator Lubricator) was implemented, in addition, the air supply in the cement silo was redesigned, also, a direct connection was made in the supplies of additives, and finally, it was increased The frequency of maintenance in the plant; Thus eliminating or minimizing the failures caused by plant shutdowns in full production, resulting in an annual saving of S /. S/. 51,890.75 soles.

Another important result that was obtained through quality control tests is a new type of dosage for the production of ready-mixed concrete of the seven most demanded products. Consequently, the cost of production was reduced by an average of S /. 112,127.91 soles per year.

The results obtained from the research carried out are in agreement with the studies and the previous literature. In addition, this research leaves many possibilities of new studies.

At the end of the investigation it is verified that with the implementation of the improvement of concrete operations premixed if they managed to optimize production costs remarkably.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	5
1.3. Justificación de la Investigación	5
1.4. Limitaciones	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	6
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	6
CAPÍTULO 2 MARCO TEORICO	7
2.1. Antecedentes.	7
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1. <i>La Doctrina de la Administración de la Producción</i>	13
<i>Evolución del Pensamiento Administrativo de las Operaciones</i>	13
<i>La administración de operaciones</i>	13
2.2.2. <i>Producción</i>	13
<i>Definición</i>	13
2.2.3. <i>Gestión de la Producción</i>	14
<i>Definición</i>	14
2.2.4. <i>Administración</i>	14
<i>Definición</i>	14
2.2.5. <i>Administración de Operaciones o Producción</i>	15
<i>Definición</i>	15
2.2.6. <i>El objetivo de la Administración de la Producción</i>	16
2.2.7. <i>El Alcance de la Administración de Operaciones</i>	17
2.2.8. <i>Enfoque del Proceso de Producción</i>	17
2.2.9. <i>El ciclo Operativo de la Empresa</i>	18
2.2.10. <i>Importancia de los Costos de Producción</i>	19
2.2.11. <i>Costos</i>	19
<i>Clasificación de Costos</i>	20
<i>Costos de Producción</i>	22
<i>Elementos de los Costos de Producción</i>	22
<i>Clasificación de los Costos de Producción</i>	23

2.2.12. Conceptos de Mantenimiento.....	24
<i>Mantenimiento Correctivo</i>	24
<i>Mantenimiento Programado</i>	25
<i>Mantenimiento Preventivo</i>	25
<i>Mantenimiento Predictivo</i>	25
<i>Método Amfec</i>	25
2.2.13. Concreto Premezclado.....	33
<i>Definición</i>	33
<i>Características de los Componentes</i>	33
<i>Cemento</i>	33
<i>Agua</i>	33
<i>Aire</i>	33
<i>Agregados</i>	34
<i>Aditivos</i>	34
<i>Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal</i>	34
2.3. Definición de Términos Básicos.....	37
2.4. Formulación de la hipótesis.....	40
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	41
3.1. Operacionalización de variables.....	41
3.2. Tipo de diseño de investigación.....	45
3.2.1. <i>Experimental Puro</i>	45
3.3. Material de Estudio.....	45
3.3.1. <i>Unidad de estudio</i>	45
3.3.2. <i>Población</i>	45
3.3.3. <i>Muestra</i>	45
3.4. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.....	45
3.4.1. <i>Recolección de Información</i>	45
3.4.1.1 <i>Entrevista</i>	47
3.4.1.2 <i>Visita Técnica</i>	48
3.4.1.3 <i>Observación Directa</i>	49
3.4.1.4 <i>Análisis de Documentos</i>	50
3.4.2 <i>De procesamiento de Información</i>	50
3.4.2.1 <i>Técnicas de Estadística descriptiva</i>	50
3.4.2.2 <i>Programas</i>	50
CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	51
4.1. Diagnóstico situacional de la empresa.....	51
4.1.1. <i>Aspectos Generales</i>	51
4.1.2. <i>Proveedores</i>	58
4.1.1.1 <i>Sika</i>	58

4.1.1.2 Río Cajamarquino.....	61
4.1.1.3 Cementos Pacasmayo.....	61
4.1.3. Clientes	64
4.2. Diagnóstico del Área de Estudio.	68
4.3. Resultados de Diagnóstico.....	76
4.4. Diseño de la Implementación de Mejora.	80
4.4.1. Selección y Procesamiento de Información	81
4.4.2. Aplicación de la Metodología PDCA.....	86
Planear.	87
Hacer.	89
Controlar o Verificar.....	91
Actuar.	92
4.4.3. Evaluación de Equipos a Mejorar.....	92
4.4.4. Implementación de Equipos	93
4.4.5. Inspección de Equipos Implementados.....	93
4.5. Desarrollo de la Propuesta de Mejora.	93
4.5.1. Selección y Procesamiento de Información	93
4.5.2. Aplicación de la Metodología PDCA.....	104
Planear.	105
Hacer.	108
Controlar o Verificar.....	162
Actuar.	167
4.5.3. Evaluación de Equipos a Mejorar.....	167
4.5.4. Implementación de Equipos	168
4.5.5. Inspección de Equipos Implementados.....	172
4.6. Resultados de la implementación de mejora.....	173
4.7. Medición de los Indicadores después de la implementación	178
4.8. Resultados del análisis económico financiero	181
4.8.1. Costos Incurridos en la Implementación	181
4.8.2. Ingresos y Beneficios.....	185
4.8.3. Flujo de Caja de Inversión y Gastos de Operativos	186
CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN.....	194
CONCLUSIONES	196
RECOMENDACIONES	197
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	198
ANEXOS.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1 : Indicadores de las Paradas de Planta en la Producción de Concreto premezclado. ...	3
Tabla n.º 2: Indicadores de los Costos Elevados en la Producción de Concreto Premezclado.....	4
Tabla n.º 3: Operacionalización de Variable Independiente.	41
Tabla n.º 4: Operacionalización de Variable Dependiente.	43
Tabla n.º 5. Esquema del diseño de investigación.	45
Tabla n.º 6: Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	46
Tabla n.º 7: Detalle de Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	46
Tabla n.º 8: Datos Generales de Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.....	51
Tabla n.º 9: Cuadro de Áreas de Distribución de la Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.....	56
Tabla n.º 10: Cuadro de Descripción de Maquinaria, Equipos y Herramientas DINO S.R.L.	57
Tabla n.º 11: Descripción del Aditivo Sikament-290N.	59
Tabla n.º 12: Descripción del Aditivo Sikament-TM12.....	59
Tabla n.º 13: Descripción del Aditivo Sikament TM140.	60
Tabla n.º 14: Descripción del Cemento Tipo I.....	62
Tabla n.º 15: Descripción del Cemento Antisalitre MS.	63
Tabla n.º 16: Descripción del Cemento Tipo V.	63
Tabla n.º 17: Porcentaje de Producción Dirigido a Cada Cliente.	64
Tabla n.º 18 : Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.	65
Tabla n.º 19: Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.	66
Tabla n.º 20 : Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.	67
Tabla n.º 21 : Matriz Factis para Priorización del Problema.	70
Tabla n.º 22 : Matriz Factis para Descripción de los Problemas y su Prioridad.	70
Tabla n.º 23 : Resultado de diagnóstico de la variable Independiente.....	76
Tabla n.º 24 : Resultado de diagnóstico de la variable Dependiente.	78
Tabla n.º 25: Obtención de medición del Problema.....	82
Tabla n.º 26 : Obtención de medición del Problema.....	84
Tabla n.º 27: Obtención de medición del Problema.....	95
Tabla n.º 28 : Costos de Reprocesos de Concreto Premezclado en la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.....	98
Tabla n.º 29: Costos por Fallas de Concreto Premezclado en la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.....	99
Tabla n.º 30 : Resumen de los Costos Incurridos por Parada de Planta en Producción.	100
Tabla n.º 31 : Obtención de medición del Problema.....	101
Tabla n.º 32 : Comparación de los Costos de Materias Primas e Insumos entre la Planta de Cajamarca y la Planta de Piura.....	103
Tabla n.º 33 : Funciones de los Equipos a Evaluar	110
Tabla n.º 34 : Determinación de los Modos de Fallo de Cada Función.....	111

Tabla n.º 35 : Determinación de las Causas para Cada Modo de Fallo.....	112
Tabla n.º 36 : Determinación de la Forma de Detección	113
Tabla n.º 37 : Determinación de los Efectos Sobre Otros Componentes y el Sistema.	114
Tabla n.º 38 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	115
Tabla n.º 39: Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	115
Tabla n.º 40 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	116
Tabla n.º 41 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	116
Tabla n.º 42 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	116
Tabla n.º 43 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.....	117
Tabla n.º 44 : Determinación del coeficiente de Gravedad (G).	118
Tabla n.º 45 : Estimación del Coeficiente de No Detección (D).....	119
Tabla n.º 46 : Cálculo del índice de Prioridad de Riesgo (IPR).	120
Tabla n.º 47 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento a31.	121
Tabla n.º 48 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento a32.	121
Tabla n.º 49 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento b11 y b21.....	122
Tabla n.º 50 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento c11.....	122
Tabla n.º 51 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo d1.	123
Tabla n.º 52 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento e31 y e32.....	123
Tabla n.º 53 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento f31 y f32.....	124
Tabla n.º 54 : Cálculo del índice de Prioridad de Riesgo (IPR').	126
Tabla n.º 55 : Granulometría Global para concreto bombeado H57.....	135
Tabla n.º 56 : Granulometría Global para el concreto bombeado H67.....	138
Tabla n.º 57 : Determinación del % de combinación de agregados mediante densidad y relaciones volumétricas para arena zarandeada y agregado de uso H57.	149
Tabla n.º 58 : Determinación del % de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para arena zarandeada y agregado de huso H67.	152
Tabla n.º 59 : Resumen de la reducción de costos por m3 en los tipos de concretos y módulos de finura aceptados.	157
Tabla n.º 60 : Resumen de dosificaciones de mezclas de concreto del antes.	158
Tabla n.º 61 : Diseño de dosificaciones de concreto premezclado actual.....	160
Tabla n.º 62 : Hoja de verificación N°01 para el problema en los costos elevados en la producción de concreto premezclado.	163
Tabla n.º 63 : Hoja de verificación N°02 para las paradas de planta de producción de concreto premezclado.	164

Tabla n.º 64 : Histograma de la frecuencia de las causas que ocasionan los costos elevados en la producción de concreto premezclado.	165
Tabla n.º 65 : Histograma de la frecuencia de las causas de paradas de planta en la producción de concreto premezclado.	166
Tabla n.º 66 : Hoja de verificación de inspección de equipos implementados.	172
Tabla n.º 67 : Resultados de los costos por paradas de Planta mensual.	173
Tabla n.º 68 : Índice de prioridad de riesgo para las principales máquinas y equipos de la planta de concreto premezclado después de la implementación.	174
Tabla n.º 69 : Resultados de la implementación de la optimización de costos en materias primas.	175
Tabla n.º 70 . Resumen de dosificaciones de mezclas de concreto del antes.	176
Tabla n.º 71 : Diseño de dosificaciones de concreto premezclado actual.	177
Tabla n.º 72 : Indicadores de la variable Independiente. Mejora de las operaciones.	178
Tabla n.º 73 : Indicadores de la variable dependiente. Costos de Producción.	179
Tabla n.º 74. Resumen de indicadores de la Mejora.	180
Tabla n.º 75 : Costos Incurridos en la Implementación de Investigación Realizada.	181
Tabla n.º 76 : Costos de Instrumentos y Equipos de Medición en Laboratorio.	182
Tabla n.º 77 : Costos de los Equipos Implementados en la Planta de la Empresa.	183
Tabla n.º 78 : Costos de acondicionamiento de Equipos en la Planta Bentonmac.	183
Tabla n.º 79 : Gastos Administrativos de la Implementación.	183
Tabla n.º 80 : Costos de Ensayos Internos en la Empresa.	184
Tabla n.º 81 : Costos de Ensayos Externos en la Empresa.	184
Tabla n.º 82 : Costos de Capacitación a personal técnico.	184
Tabla n.º 83 : Indicadores de Ahorro por Optimización de Materias Primas e Insumos por cada Metro Cúbico de Concreto Premezclado.	185
Tabla n.º 84 : Indicadores de Ahorro por Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.	185
Tabla n.º 85 : Flujo de Caja de Inversión y Gastos Operativos.	187
Tabla n.º 86 : Indicadores de Ahorro por la Implementación Realizada.	188
Tabla n.º 87 : Flujo Caja proyectado.	189
Tabla n.º 88 : Indicadores del flujo de Caja Proyectado.	189
Tabla n.º 89 : Análisis de sensibilidad de la Implementación en un Escenario Optimista 60%. ...	190
Tabla n.º 90 : Flujo de caja Proyectado.	191
Tabla n.º 91 : Indicadores del Flujo de caja Proyectado en un Escenario Optimista.	191
Tabla n.º 92 : Análisis de sensibilidad de la Implementación en un Escenario Pesimista 21%. ...	192
Tabla n.º 93 : Flujo de caja Proyectado.	193
Tabla n.º 94 : Indicadores del Flujo de caja Proyectado Pesimista.	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1: Ciclo operativo de la empresa.....	18
Figura n.º 2: Ejemplos de Modos de Fallos.....	26
Figura n.º 3: Ejemplos de causas de fallos.	27
Figura n.º 4: Ejemplos de formas de detección.....	27
Figura n.º 5: Probabilidad de ocurrencia / frecuencia.	29
Figura n.º 6: Gravedad.....	30
Figura n.º 7: No detección.	31
Figura n.º 8: Organigramas de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	52
Figura n.º 9: Infraestructura de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	55
Figura n.º 10: Logo de la Empresa Sika.	58
Figura n.º 11: Logo de la Empresa Cementos Pacasmayo.	61
Figura n.º 12: Análisis FODA de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.....	68
Figura n.º 13: Problemas que se presentan en la Planta de Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	69
Figura n.º 14: Diagrama de Ishikawa determinando el problema central en base a los efectos.....	72
Figura n.º 15: Diagrama de Análisis de Operaciones de la Elaboración de concreto Premezclado en Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	74
Figura n.º 16: Diseño de la propuesta de mejora. Fuente: Elaboración Propia.....	80
Figura n.º 17: Identificación de Problemas más relevantes en la Planta de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	81
Figura n.º 18: Diagrama de Ishikawa determinando las Principales Causas de Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.	83
Figura n.º 19: Diagrama de Ishikawa determinando las Principales Causas que Ocasianan Costos Elevados en la Producción de Concreto Premezclado.	85
Figura n.º 20: Ciclo PDCA.	86
Figura n.º 21: Identificación de Problemas más relevantes en la Planta de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	94
Figura n.º 22: Diagrama de Ishikawa determinando las Principales Causas de Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.	96
Figura n.º 23: Diagrama de Ishikawa determinando las Principales Causas que Ocasianan Costos Elevados en la Producción de Concreto Premezclado.	101
Figura n.º 24: Ciclo PDCA.	104
Figura n.º 25: Esquema de la Planta Bentonmac de Producción de Concreto Premezclado.	109
Figura n.º 26: Esquema de la Planta Bentonmac de Producción de Concreto Premezclado.	125

Figura n.º 27: Imagen de Capacitación al Personal de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L	127
Figura n.º 28: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para finos de cantera Escalón Chucos.	129
Figura n.º 29: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para cantera Rio Cajamarquino.	130
Figura n.º 30: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para cantera Rio Cajamarquino.	131
Figura n.º 31: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.	132
Figura n.º 32: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.	133
Figura n.º 33: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para finos de cantera Rio Cajamarquino.	141
Figura n.º 34: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para finos de cantera Rio Cajamarquino.	142
Figura n.º 35: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para agregados gruesos de cantera Rio Cajamarquino.	143
Figura n.º 36: Equivalentes de Arena Chancada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.	144
Figura n.º 37: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.	145
Figura n.º 38: Equivalentes de Arena para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419 para agregados H67.....	146
Figura n.º 39: Resultados de determinación de cloruros, sulfatos, sales solubles, carbón y lignito, partículas livianas e impurezas orgánicas en 4 muestras de agregados.	147
Figura n.º 40: Imagen de Muestreo en el Laboratorio de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	154
Figura n.º 41: Imagen con el Supervisor de Control de Calidad y Producción el Laboratorio de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	155
Figura n.º 42: Imagen con el Técnico de Control de Calidad y Producción el Laboratorio de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	156
Figura n.º 43: Unidad de mantenimiento FRL.....	168
Figura n.º 44: Posición del Antes y Después de la Mejora.	169
Figura n.º 45: Conexión Directa de los suministros de aditivos.	170
Figura n.º 46: Tanques de Almacenamiento de Aditivos.	171

ANEXOS

Anexo n.º 1: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L- Diagrama de flujo del proceso de elaboración de concreto y del control de proceso.	201
Anexo n.º 2: Guía de Observación de Proceso Producción	202
Anexo n.º 3: Formato de reprocesos en cemento Premezclado de Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.	202
Anexo n.º 4: Encuesta de reclamos de clientes de disconformidad en la venta de cemento premezclado.	203
Anexo n.º 5: Diagrama de Ishikawa de la sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva de la planta dosificadora.	204
Anexo n.º 6: Diagrama de Ishikawa de los costos elevados en la producción de premezclado fresco.....	204
Anexo n.º 7: Diagrama de Pareto de la sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva de recepción de agregados de la planta dosificadora.	205
Anexo n.º 8: Diagrama de Pareto de los costos elevados en la producción de concreto premezclado.	205
Anexo n.º 9: Costos de Materias Primas por cada tipo de concreto premezclado en m ³ en comparación con otras plantas.	206
Anexo n.º 10: Costos de Materias Primas por cada tipo de concreto premezclado en m ³	207
Anexo n.º 11: Analisis de modos de fallos y efectos con criticidad (AMFEC).	209

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad el sector construcción es uno de las principales fuentes de desarrollo en la economía de los países. Este sector industrial brinda un nivel de producción muy importante en el desarrollo de actividades económicas y busca satisfacer las necesidades de los habitantes. Las perspectivas económicas en América Latina siguen siendo optimistas. A pesar de la volatilidad global, las condiciones externas siguen ofreciendo estímulo en gran parte de la región, y consideramos que es probable que sigan persistiendo en el futuro. Se espera que las políticas monetarias de los países desarrollados se mantengan sueltas durante un período prolongado, dado el escaso dinamismo del crecimiento, el alto nivel de desempleo y la carga fiscal, lo que implica, a su vez, que el financiamiento externo para la región continuaría siendo abundante y accesible. (Werner ,2014, p. 1)

El crecimiento del organismo internacional para este año es de 5,5% y para el 2017, de 5,8%. Se pronostica que el Perú no solo debe apostar por el modelo exportador de materias primas que depende del sector externo. Si no por la minería y la construcción que son los sectores que impulsarán el crecimiento de este año, estimado en un 5,5% por el Fondo Monetario Interno, una de las tasas más altas respecto a otros países de Latinoamérica, en base al documento Perspectivas Económicas de la Región. (FMI, 2016, p. 1). El sector construcción de Perú registra una desaceleración ante el débil desempeño de la economía local, luego que en años anteriores crecía a tasas de expansión de dos dígitos. Cementos Pacasmayo, una de las principales cementeras del Perú, reportó una caída en su utilidad del 17% interanual en el tercer trimestre, por un retroceso de los despachos de cemento ante una desaceleración de la economía. (El comercio, 2015, p. 1)

El concreto premezclado es un producto de valor agregado y su consumo está creciendo aceleradamente en el norte del Perú gracias al desarrollo económico de esta región en los últimos años, tanto que ha alcanzado un 9.9%. Las ciudades del norte de Perú van abriéndose paso a la modernidad gracias a la inversión privada y pública que cada año muestra un dinamismo más pronunciado. La capacidad de producción en nuestras plantas de Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, Piura, Cajamarca y Rioja garantiza el abastecimiento oportuno y los volúmenes solicitados en toda la región norte y noreste del país. En los últimos años sin embargo el sector construcción en el departamento de Cajamarca ha tenido un decrecimiento debido a los conflictos sociales y medioambientales. (Cementos Pacasmayo, 2017, p. 1)

En lo que concierne a la Distribuidora norte Pacasmayo S.R.L ha conseguido un mercado potencial que es Minera Yanacocha, además que en los últimos años genero confianza con el sector construcción en la localidad. En este caso, es de suma importancia satisfacer las necesidades de los clientes en lo que respecta al precio y la calidad del producto que ofrece esta empresa. La planta ubicada en el distrito de Llacanora, a 10 km de la ciudad de Cajamarca que cuenta con una capacidad de producción diaria de 450 metros cúbicos de concreto premezclado y los productos con más demanda que ofrece al mercado de Cajamarca y sus alrededores son: C210-MS-H57-A4, C210-MS-H67-A4, C210-MS-H57-A5, C210-MS-H67-A5, C280-MS-H57-A4, C280-MS-H57-A5, C280-MS-H67-A5. La descripción de cada producto lo detallamos con el modelo siguiente: C210-MS-H67-A5. (DINO SRL, 2017).

C: Concreto Premezclado.

210: Resistencia que alcanza el concreto.

MS: Tipo de cemento: I, MS y V.

H67: Huso granulométrico (H57-1", H67-3/4", H89-5/8", H8-3/8" y H5-1").

A: Tipo de Asentamiento.

Para obtener el producto terminado de concreto premezclado elaborado en la planta se sigue una secuencia de procesos detallados a continuación: Primero se recepciona y se almacena la materia prima la cual está compuesta por cemento, agregados, agua y aditivos donde se inspecciona y verifica el cumplimiento de estándares de calidad necesarios para la producción. Segundo, se pasa a la elaboración del concreto premezclado donde se dosifica de acuerdo al requerimiento del cliente, luego se procede a programar la producción diaria de concreto premezclado en la planta dosificadora para finalmente ser pesado y procesado en el mixer. Tercero, se realiza el transporte y suministro de concreto premezclado, en este proceso se verifica el concreto fresco en la salida de planta y en obra. (DINO SRL, 2017)

Dentro de los problemas identificados en la planta y específicamente en el área de producción manifestamos que existen 2 problemas relevantes, describiremos estos de forma ascendente en cuanto a su nivel importancia, empezamos con las Paradas de Planta en la Producción de concreto Premezclado, ya que esto, origina cuellos de botella en la producción; las causas principalmente se dan por 6 equipos críticos. Entre ellos tenemos: fallas del eje transportador de cemento (gusano), fallas neumáticas en la bomba de compresión, ruptura de fajas, fallas eléctricas, falla de balanzas y capacitación de personal inadecuada. (DINO SRL, 2017)

En este caso, los indicadores que tenemos para estas paradas de planta en la producción de concreto premezclado lo detallamos en la tabla 1:

Tabla n.º 1 : Indicadores de las Paradas de Planta en la Producción de Concreto premezclado.

PARADAS DE PLANTA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO			
DESCRIPCIÓN	INDICADORES	Frecuencia	Costo Producción Perdida
Fallas en eje transportador de cemento		5 veces al mes	
Falla en la bomba por el aire de compresión		3 veces al mes	
Ruptura de Fajas		1 vez al mes	S/. 350
Fallas Eléctricas		1 vez al mes	
Fallas en las Balanzas		1 vez al mes.	
Capacitación de Personal		1 Vez al mes realizadas por control de Calidad	

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En cuanto a la tabla anterior, presentamos los indicadores que nos ayudaran con el problema ya mencionado, se observa que las fallas en el eje trasportador de cemento es la más frecuente, también observamos que las fallas neumáticas en la bomba de compresión es muy frecuente; por último, la ruptura de fajas, fallas eléctricas, fallas en las balanzas y capacitación de personal no es muy frecuente. En cuanto a los dos problemas anteriores y el problema central que mencionaremos, se relacionan directamente, puesto que, todo recae en los costos de producción. Entonces, el problema principal que presenta la planta es los costos elevados de producción de concreto premezclado, entre las causas más relevantes tenemos: el mantenimiento inadecuado de maquinaria ya mencionado en los problemas anteriores, en la Tabla 2 mostramos un ejemplo. (DINO SRL, 2017)

También existe que en una parte de la maquinaria en mal estado y que el operario de la maquina tiene que estar supervisando constantemente para no sufrir paradas inesperadas; una gran pérdida de tiempo ya que el operario sería irrelevante al hacerse un buen mantenimiento correctico en el gusano trasportador de cemento desde el silo al punto de mezcla y unión de todos los productos. Así mismo, en lo que concierne a los recursos de materia prima e insumos el costo de producción es muy alto; por otro lado los instrumentos de medición descalibrados, limpieza de agregados, reproceso de materia prima y concreto premezclado ocasionan también costos elevados en la producción. (DINO SRL, 2017)

En este caso, los indicadores que tenemos para los costos elevados en la producción de concreto se presentan a continuación en la tabla 2.

Tabla n.º 2: Indicadores de los Costos Elevados en la Producción de Concreto Premezclado.

COSTOS ELEVADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO			
DESCRIPCIÓN	Sobrecostos de Reproceso de Concreto Fresco	Reproceso hecho accidentalmente (frecuencia 4 veces al año)	356
	Mantenimiento de Mallas	1 vez realizada al mes por el área de mantenimiento.	300
	Mantenimiento Dosificadora	1 vez realizada al mes por el área de mantenimiento.	400
	Capacitación de Personal	4 Veces al mes.	300
	Costo de MP e Insumos	El costo de materias primas e insumos se obtiene de acuerdo al tipo de concreto premezclado que se va a producir	Tipo
TOTAL			1356.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, presentamos los indicadores que nos ayudaran con el problema más relevante, tenemos el costo de producción de materia prima e insumos son muy elevados ver anexo 9, en consecuencia el costo de producción de cada metro cúbico es alto, por otro lado los costos de reproceso también generan un costo adicional en el producto final, y finalmente el mantenimiento de mallas y Planta dosificadora no es la adecuada, perjudicando la producción y el costo de la misma. (DINO SRL, 2017)

Finalmente, presentados los 2 problemas principales como las paradas de planta y los costos elevados de producción de concreto premezclado, se buscará la metodología y las herramientas necesarias para dar su respectiva solución.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida con la implementación de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado se optimizarán los costos de producción de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L?

1.3. Justificación de la Investigación

La presente investigación servirá como antecedente para aquellos estudiantes que deseen realizar investigaciones similares a esta, debido a la escasa información regional de mejora de operaciones y optimización de los costos de producción orientada a este sector.

La presente investigación tiene el propósito de optimizar los costos de producción de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, mediante la mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, que incluirá los siguientes temas: se calculará para la empresa los costos excesivos por metro cúbico de concreto premezclado, además se incluirá plantear la implementación de nuevas operaciones de producción para ayudar a la empresa a identificar sus posibles variaciones y sobrecostos, finalmente se cotizará la optimización de los costos de producción de concreto premezclado para mejorar el ahorro y obtener una mejor productividad.

La presente investigación tiene una trascendencia importante, ya que contribuirá a mejorar los procesos en el área de producción de concreto premezclado para optimizar los costos de producción, impactando positivamente en el rendimiento de materias primas, insumos y las actividades de la empresa. Una buena gestión de procesos de producción y optimización de materiales forma parte de un eficiente trabajo productivo, que es un factor fundamental para conseguir que la empresa alcance mayor nivel de competitividad con respecto a otras y eleve los índices de satisfacción de los clientes.

Se realiza la presente investigación para demostrar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería industrial, en el área de producción.

1.4. Limitaciones

La empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L no nos proporciona información detallada sobre sus operaciones con facilidad por diversos temas de políticas de privacidad y derechos de autor, además de mantener confidencialmente sus procesos; sin embargo, con la información proporcionada y la indagación propia hasta la fecha la investigación no se ve afectada.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Optimizar los costos de producción de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, implementando mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado.

1.5.2. Objetivos Específicos

Identificar y diseñar un diagnóstico de los costos de producción en la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Diseño e identificación de la implementación de mejora de operaciones en el área de producción de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Analizar el sistema de mejora de operaciones en el área producción de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Medir los resultados que generaría el sistema de mejora de operaciones en el área de producción de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Evaluar el costo-beneficio de diseñar e implementar el modelo de gestión de un sistema de mejora de operaciones en el área de producción de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

CAPÍTULO 2 MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

Según Blancas, A. y Rodríguez, J. (2005) Propuesta de un Sistema de Planificación de Mantenimiento y Logística como solución a la poca disponibilidad de máquinas y equipos es viable. Primero se observa el marco teórico que incluye los conceptos de mantenimiento industrial, inventarios; así como el estado del arte de los sistemas informáticos aplicados al mantenimiento. Haciendo uso de las herramientas de Gestión de Operaciones se realiza un diagnóstico de la situación actual en lo relacionado a calidad y cumplimiento, a partir del cual se determinan una serie de causas. A partir de estas causas se generan las posibles soluciones cada una de las cuales mejoran causas puntuales del problema pero lo hacen de manera aislada, por lo tanto es necesario integrar todas estas soluciones en un Sistema de Planificación de Mantenimiento y Logística.

La plataforma de integración del Sistema de Planificación de Mantenimiento y Logística lo conforma un Software de Gestión de desarrollo propio. Este sistema permitirá mejorar la gestión de inventarios con el consiguiente beneficio de reducción de costos de inventarios y aumento en el cumplimiento de la programación de las tareas de mantenimiento. La relación que guarda es que al mejorar el sistema de planificación de Mantenimiento y Logística se permitirá mejorar la gestión de inventarios reduciendo los costos de inventarios y aumentando el cumplimiento de la programación de las tareas de Mantenimiento.

También Arapé García, José M. (2009) consideró que la Implementación del Mantenimiento Preventivo en Fábrica Nacional de Cementos, División Concretos y Agregados tuvo como objetivo realizar un reconocimiento de la planta de concreto en San Antonio, El Valle, y el levantamiento de la información de los equipos móviles de la zona metropolitana. Se diseñaron los planes de mantenimiento de planta y equipos móviles, al igual que los respectivos formatos. Se designó el personal encargado de cumplir con el mantenimiento de planta, y se llevó seguimiento y control sobre el plan de mantenimiento preventivo en los vehículos de la empresa. Por último, se realizaron ajustes en los formatos elaborados y se creó una base de datos digital con las características de los equipos móviles y las actividades de mantenimiento aplicadas en estos.

Se presentaron retrasos en la aplicación de los planes de mantenimiento por falta de organización, falta de personal, entre otros. Se concluye con la presentación de una base de datos digital que permite almacenar y analizar de forma más confiable los datos de mantenimiento, todo en búsqueda de alcanzar un mantenimiento centrado en confiabilidad. La relación que guardaría es que al aumentar la confiabilidad de la planta concretera se disminuiría sus costos en las fuentes de procesamiento aplicando diferentes tipos de metodologías y herramientas que ayuden a cumplir el objetivo general, obteniendo resultados favorables incrementando el nivel de productividad en la empresa.

Además Garcés Guerrero, M. (2011) demostró que la Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. es factible. Se ha realizado la investigación sobre la Optimización del Mantenimiento en Función del Costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. con el propósito de disminuir los costos totales de mantenimiento ya que la empresa invierte una cantidad excesiva esto se debía a que realizaba el mantenimiento de una forma limitada, mediante acciones correctivas. Es por ello que se ha implementado herramientas de gestión que ayuden a optimizar el plan de mantenimiento. Se determinó que los equipos críticos de la planta de balanceado son el molino, mezcladora y peletizadora a través del Análisis de criticidad. A estos equipos se les ha realizado el AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo) y del diagrama de evaluación con el fin de seleccionar y evaluar las tareas que eliminan los modos de fallo para prevenir el mantenimiento correctivo y controlar el mantenimiento preventivo.

Implementar la optimización de mantenimiento preventivo en función al costo ha contribuido a reducir los costos totales en un 7.3% del año 2009 al 2010. Aumentar los ratios de disponibilidad en un 2%, la eficiencia en un 4% y disminuir los costos totales de mantenimiento mejora la rentabilidad. El parámetro numérico que debe evaluar la optimización del mantenimiento en función al costo es la rentabilidad y con este indicador se puede evaluar el aporte del departamento de mantenimiento al cumplimiento de los objetivos de la empresa. Además se recomienda capacitar constantemente al personal sobre técnicas de gestión de mantenimiento y garantizar la continuidad del plan de mantenimiento preventivo de los equipos.

La relación principal que tiene es que se disminuirán los costos totales de mantenimiento y se mejorara la rentabilidad de los productos; se aumentará la capacidad de producción además de medir el impacto en la productividad de los productos de la construcción y se aumentará la capacidad de producción además de medir el impacto en la productividad de los productos de la construcción.

Por otro lado, al mejorar los costos de los productos por la optimización del mantenimiento correctivo y con la implementación del proyecto se mejoraran las operaciones y turnos de trabajo. Así mismo, se cumplirá la demanda de los clientes en temporadas altas.

En 2013, Abarca Velasco informo que para la Propuesta de Mejora en la Cadena de Suministro en una concretera, se debe proponer cambios para mejorar el sistema de suministro de una empresa dedicada a la elaboración del concreto premezclado, donde se partirá desde los diferentes procesos que se realizan en las áreas de la empresa para poder analizarlas y proponer mejoras que ayuden a la cadena de suministro a ser más eficiente en tiempo de respuesta y calidad en el servicio con la ayuda del sistema integral que la empresa utiliza en la actualidad. Se busca que el sistema de suministro de la empresa deje de ser un proceso operativo obligado donde únicamente se realicen los procesos dentro de un marco tradicional y se convierta en un factor determinante dentro de la cadena de valor. Con esto se logra que los procesos administrativos sean más eficientes en cuestión de tiempo y costo, logrando que el producto llegue en tiempo y forma en que fue solicitado por el cliente. Dentro del análisis de costo beneficio que se realizó para determinar si es factible la implantación de un nuevo departamento de atención al cliente, arrojó un resultado positivo gracias a los fuertes ingresos anuales que tiene la empresa.

Por lo tanto, el análisis arrojó que por cada peso que se invierta, la empresa recuperará \$ 0.343 pesos y el tiempo de recuperación de la inversión inicial se realizará en 1 año con 7 meses. Al realizar el análisis de costo-beneficio para determinar si la empresa está lista para implantar la tecnología de los Hand- Helds, los resultados arrojaron de igual manera resultados positivos. Al implantar este tipo de tecnologías los pedidos serán mucho más rápidos y se reducirán en un 100% los errores de digitalización que ocurren con una frecuencia del 45% actualmente. Este análisis arrojó que por cada peso que la empresa invierta en la implantación de esta tecnología, la recuperación será de \$0.0626 pesos y la empresa podrá recuperar la inversión inicial en un plazo de 8 meses. Esta investigación nos da una base general donde podemos afirmar que la mejora de operaciones dentro de un área son factibles, en este caso dentro de la cadena de suministro ellos evalúan todo el proceso logrando disminuir considerablemente los costos y mejorar su rentabilidad, sin embargo nosotros solo tenemos el área de producción que es solo una parte de la cadena de suministro.

Cantillo Maita, R. (2012); En su estudio de Factibilidad de la sustitución parcial de la arena por polvillos de las canteras con piedra y concepción en concreto. Contribuyó con el propósito de satisfacer la gran demanda de concreto en el país, llevando a cabo el estudio de factibilidad de la sustitución parcial de la arena en mezclas de concreto por polvillos de Gneis Granítico de las canteras Conpiedra y Concepción de Cemex Venezuela S.A.C.A en una proporción de 15, 20 y 25 % con la finalidad de optimizar las materias primas usadas en su producción. Se estableció para ello un diseño de mezcla para la obtención de una resistencia a la compresión a los 28 días de 250 kgf/cm² y 5 pulg. de asentamiento. Para reducir los costos de producción del concreto, sin comprometer sus propiedades, se implementó un método y diseño de mezcla mixto que consistió en el uso del riguroso diseño granulométrico y de las fórmulas de cálculo de los componentes del concreto, cantidad de agua, cemento y la cantidad de aditivo. Se obtuvo que a los 28 días la resistencia a la compresión para ambos polvillos supero en más del 200% la resistencia de diseño, además el asentamiento fue de 7 pulg. Con el polvillo Conpiedra y de 5.9 pulg. con el polvillo concepción.

En este estudio realizado observamos una de las bases de nuestra investigación que al mejorar las operaciones en el área de producción para optimizar los costos la investigación sería factible, ya que el uso óptimo de todos los producto y de algunos residuos que quizá en muchas de las plantas de chancado de principales agregados se debe de utilizar al máximo para poder así recuperar algún valor en el producto acabado y a las vez disminuir el precio del producto terminado que tenga mayor calidad y sobre todo que se optimice los costos de producción al máximo.

De León Quiñónez, A. (2013). En la reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera. En su trabajo de graduación, tiene como principal objetivo, definir los cambios necesarios en los procedimientos, uso de materiales y tecnología que permitan optimizar el uso del cemento en la fabricación de concreto premezclado en Guatemala, lo cual permitirá generar ahorros significativos en el costo de producción, y a la vez reduzcan el impacto ambiental que la producción de cemento genera. En materia de costos de fabricación de concreto, el cemento constituye el 47% del costo unitario de producción, dicho esto es fácil entender que cualquier reducción de este material por mínima que parezca, es una reducción nada despreciable que podría significar un ahorro de más de 8.5 millones de quetzales anuales para la industria concretera en Guatemala.

En conclusión con las pruebas iniciales antes de la implementación del Sistema, los indicadores pasaron de un 44% en el procedimiento de toma de muestra de humedades a un 88% de cumplimiento, y en el caso de la entrega de la boleta al operador y la digitación de datos en el sistema, los indicadores crecieron de un 33% a un 88% en ambos casos, lo cual refleja una notable mejoría del desempeño en la ejecución. Esta investigación es una forma de relacionar otra de las bases donde podemos reafirmar que la mejora de las operaciones para optimizar los costos de producción de concreto premezclado empleados en nuestra investigación es factible, ya que a través del uso de materiales, procedimientos y tecnología si se logra optimizar el uso del cemento en la fabricación de concreto premezclado, lo cual observamos que con los resultados obtenidos permitirá notoriamente generar ahorros significativos en el costo de producción.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La Doctrina de la Administración de la Producción.

Evolución del Pensamiento Administrativo de las Operaciones.

Se informó que:

Existen diferentes aportes de autores que han dado distintos resultados, muchos desarrollaron técnicas y enfoques para la administración del trabajo. El más destacado es la administración científica de Frederick Taylor; los aportes de Henri Fayol, padre de la teoría administrativa operacional moderna, y los estudios que Elton Mayo y F.J Roethlisberger. Frederick W. Taylor – shop Management (1903) Principles of Scientific Management (1911) Testimony before the especial house committee (1912) reconocido como el padre de la administración científica. Su principal interés fue la elevación de la productividad mediante una mayor eficiencia en la producción y salarios más altos a los trabajadores, a través de la aplicación del método científico. Sus principios insisten en el uso de la ciencia, la generación de la y cooperación grupales, la obtención de la máxima producción y el desarrollo de los trabajadores.

(Taylor, 1881)

La administración de operaciones

Taylor, (1881) señaló que “El proceso de administración de operaciones consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar; procesos que se aplican en las administración de las decisiones que se toman dentro de la función de la administración de operaciones

2.2.2. Producción

Definición

Heizer y Render nos indican que “Los fabricantes producen artículos tangibles, mientras que los productos de servicios a menudo son intangibles. Sin embargo, muchos productos son una combinación de un producto y servicio, lo cual complica la definición de servicio” (Pág.4).

2.2.3. Gestión de la Producción

Definición

Se informó que:

En las empresas industriales la aplicación de la gestión de producción es la clave para que asegure su éxito. Por lo tanto en estas empresas su componente más importante es la producción, en tanto es fundamental que cuenten con un buen control y planificación para que mantengan su desarrollo en un nivel óptimo.

Podemos decir que la gestión de producción es el conjunto de herramientas administrativas, que va a maximizar los niveles de la productividad de una empresa, por lo tanto la gestión de producción se centra en la planificación, demostración, ejecución y control de diferentes maneras, para así obtener un producto de calidad.

(Miranda, Rubio, Chamorro & Bañegil, 2008 p. 45)

“También la dirección estratégica se puede definir como el proceso de análisis, planificación, ejecución y control de las acciones a cometer en el presente para situar a la organización en posición adecuada para competir con ventaja en el futuro” (Miranda, Rubio, Chamorro & Bañegil, 2008 p. 45).

2.2.4. Administración

Definición

Se informó que:

La administración es el proceso de diseñar y mantener un ambiente en que los individuos trabajen en conjunto de manera eficaz y eficiente con el fin de llegar a objetivos específicos.

Debemos tener en cuenta ciertas definiciones:

- Las cinco funciones administrativas que se debe ejercer en las diferentes organizaciones son planeación, organización, integración de personal y el control.
- La administración es aplicable para todo tipo de organizaciones.
- Persigue el buen manejo de la productividad, que conlleva a la eficacia y eficiencia. (Koontz & Wehrich, 2004, p. 6)

Según Koontz y Wehrich, (2004) señaló que: “todos administran organizaciones, a las que definiremos como un grupo de personas que trabajan en común para generar Superávit” (p.6).

2.2.5. Administración de Operaciones o Producción

Definición

Se manifestó que:

Se puede definir a la Administración de Operaciones como el diseño, y la mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios, y que está dedicada a la investigación y a la ejecución de todas aquellas acciones que van a generar una mayor productividad mediante la planificación, organización, dirección y control en la producción, aplicando todos esos procesos individuales de la mejor manera posible, destinado todo ello a aumentar la calidad del producto. Para ello se debe tomar decisiones muy importantes como, las decisiones estratégicas, decisiones tácticas y decisiones de control y planeación operacional. En el nivel estratégico la Administración de Operaciones es participar en la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable para la empresa y que logre un impacto de su efectividad a largo plazo, en términos de cómo puede enfrentar las necesidades de los clientes. (Hicks, 1999, p. 159)

“En tanto a la decisión táctica se preocupa principalmente de cómo programar, el material y la mano de obra necesaria sin que falte ninguno de los recursos, que llevaría a una pérdida de tiempo o que sobren dicho recursos provocando exceso en gastos” (Hicks, 1999, p. 159)

“Para la decisión de control y planeamiento se debe toma en cuenta los proyectos a realizar en el momento adecuado y por quienes los van a realizar buscando las personas más idóneas en la utilización y manejo de un recurso”
(Hicks, 1999, p. 159)

También en los estudios se observó que:

El propósito de la planeación de la producción consiste en determinar qué es necesario producir, en periodos específicos de tiempo, a fin de alcanzar metas divisionales o corporativas establecidas. El control de producción se ocupa de la planeación y ejecución detalladas en una planta para hoy, mañana y el mes restante, a fin de asegurar que las capacidades que requiere el sistema de producción estén disponibles cuando se necesiten. (Hicks, 1999)

2.2.6. El objetivo de la Administración de la Producción

Según Muñoz, 2009 informó que:

“El objetivo general de la dirección de operaciones es producir un bien específico, a tiempo y a costo mínimos. Sin embargo, la mayor parte de las organizaciones utilizan otros criterios para fines de valuación y control” (p. 31)

Además Muñoz, 2009 nos dice que:

Las dimensiones básicas en las que una empresa puede enfocar su sistema de producción:

- Bajos costos de producción (materiales, fuerza de trabajo, entregas, desperdicios, etc.).
- Mejores tiempos de entrega (justo a tiempo).
- Mejor calidad de las Manufacturas y servicios (Calidad y confiabilidad del producto).

Innovación y flexibilidad (sistema de producción con gran capacidad adaptarse a nuevas tecnologías).

Para aplicar en la actualidad los objetivos mencionados, es necesario reconocer que no todos pueden lograrse con el mismo grado de éxito. En muchos casos hay que sacrificar el bajo costo con el fin de obtener la flexibilidad necesaria para crear productos a la medida, o para entregar productos justo a tiempo.

Los objetivos de las operaciones fluyen por toda la organización y se traducen a términos mensurables que forman parte de las metas operativas para los departamentos relacionados con la producción y sus gerentes. (p. 31)

2.2.7. El Alcance de la Administración de Operaciones

Los alcances de las operaciones están direccionados al buen manejo de:

- Administración de las Operaciones y la Competencia Global.
- Organización de Operaciones Competitivas.
- Estrategias de Operaciones Orientadas para la Ventaja Competitiva.
- Administración de la Demanda.
- Decisiones sobre el Diseño de Productos.
- Estrategia para el desarrollo de la capacidad.
- Ubicación y distribución de planta.

Ser flexibles en la innovación a nuevas tecnologías y la adaptación de las operaciones en las diferentes actividades basadas en:

- Diseño del proceso de producción.
- Diseño del cargo.
- Calidad del proceso.
- Administración de proyectos.
- Administración de inventarios.
- Planeación de las operaciones.
- Administración de planta.
- Administración del flujo de materiales.

(Longenecker, Moore, Petty & Palich, 2007)

2.2.8. Enfoque del Proceso de Producción

Se informó que:

La administración de operaciones es el área de estudio que provee los conocimientos, modelos y herramientas para la toma de decisiones en el diseño, operación y mejora del sistema productivo.

Según el enfoque emprendedor indica que...” La administración de operaciones está relacionada con la planeación y control de un proceso de conversión. Incluyen la adquisición de insumos y luego la verificación de sus transformación en productos y servicios deseados por los clientes...”

(Longenecker, Moore, Petty & Palich, 2007, p.484)

Además se indicó que:

También es entendida como la administración de las líneas de producción, basada en áreas funcionales de nivel gerencial. La misma que es expresada en las decisiones estratégicas (a largo plazo), tácticas (a mediano plazo) y operativas (a corto plazo) que se toman en cualquier tipo de organización. Y su vez indicar el papel importante que juega el administrador en las operaciones de la organización, ya que es el organizador de los recursos materiales y humanos. Y dependerá del buen manejo administrativo a través de sus habilidades y conocimientos que desarrolla le permita detectar, prevenir y corregir errores en la planeación de las operaciones.

(Longenecker, Moore, Petty & Palich, 2007, p.484)

2.2.9. El ciclo Operativo de la Empresa



Figura n.º 1: Ciclo operativo de la empresa.

Fuente: Raúl Vilcarrromero Ruiz, La Gestión en la Producción.

Según D'alessio (2004) nos indica que:

“La empresa es un todo y no solo una área, está constituida por tres columnas básicas que operan integral, coordinada y racionalmente, que tienen en la misión y los objetivos de la organización la brújula que orienta el uso de los recursos, y en la productividad, la herramienta de medición de la gestión”.
(p.8)

2.2.10. Importancia de los Costos de Producción

Cruz (2012) demostró que:

Es de vital importancia la determinación y el conocimiento cabal de los costos de la empresa, ya que entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, se encuentran los siguientes: Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización, facilitar la toma de decisiones, permitir la valuación de inventarios, controlar la eficiencia de las operaciones y contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa.

Se define como costo a la cantidad desembolsada para comprar o producir un bien. El cálculo del costo en una compra es inmediato: consiste en el precio del bien más los costos financieros de la compra (cuando se compra a plazos).

El cálculo del costo de producción es algo más complejo, porque hay que tener en cuenta el costo de las materias primas utilizadas, el de la mano de obra empleada y la parte proporcional de los costos de la inversión de capital necesaria para producir el bien o el servicio en cuestión.

Los costos en los que incurre una empresa se pueden clasificar en dos grandes categorías: por un lado están los costos fijos, como el alquiler o la renta que se paga por las instalaciones y que no dependen de la cantidad producida, y por otro, los costos variables, que dependen de la cantidad de materias primas utilizadas y de los salarios pagados que varían en función de lo producido.

2.2.11. Costos

Yermanos & Correa (2011), concluyó:

Se define costo como la erogación económica que se hace para obtener un bien o un servicio, con la intención de que genere ingresos o beneficios en el futuro. Mientras que el gasto es un costo que ha producido ingresos o beneficios y que ya no es vigente. De acuerdo a esta definición, el costo equivale a una inversión mientras que el gasto representa el costo expirado empleado para alcanzar el resultado esperado. Por tanto, podemos observar que los costos o inversiones siempre están presentes en el balance general de una empresa mientras que los gastos hacen parte de su estado de resultados.

Clasificación de Costos

Los costos pueden ser clasificados de acuerdo con el enfoque que se les dé.
A continuación se expondrán los más utilizados:

1. De acuerdo con la función en la que se incurren.

a) Costos de producción: Son los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados. Se subdividen en:

Costos de materia prima: El costo de materiales integrados al producto. Por ejemplo, la malta utilizada para producir cerveza, el tabaco para producir cigarrillos, etcétera.

Costos de mano de obra: Es el costo que interviene directamente en la transformación del producto. Por ejemplo, el sueldo del mecánico, del soldador, etcétera.

Gastos indirectos de fabricación: Son los costos que intervienen en la transformación de los productos, con excepción de la materia prima y la mano de obra directa. Por ejemplo, el sueldo del supervisor, mantenimiento, energéticos, depreciación, etc.

Costos de distribución o venta: Son los que se incurren en el área que se encarga de llevar el producto desde la empresa hasta el último consumidor; por ejemplo, publicidad, comisiones, etc.

Costos de administración: Son los que se originan en el área administrativa, como pueden ser sueldos, teléfono, oficinas generales, etc.

Esta clasificación tiene por objeto agrupar los costos por funciones, lo cual facilita cualquier análisis que se pretenda realizar.

(Parra Valenzuela, 2009)

2. De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados:

Costos históricos: Son los que se produjeron en determinado periodo: los costos de los productos vendidos o los costos de los que se encuentran en proceso. Estos costos son de gran ayuda para predecir el comportamiento de los costos predeterminados.

Costos predeterminados: Son los que se estiman con base estadística y se utilizan para elaborar presupuestos. (Parra Valenzuela, 2009)

3. De acuerdo con su comportamiento:

Costos variables: Son los que cambian o fluctúan en relación directa con una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción o ventas: la materia prima cambia de acuerdo con la función de producción, y las comisiones de acuerdo con las ventas.

Costos fijos: Son los que permanecen constantes durante un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen; por ejemplo, los sueldos, la depreciación en línea recta, alquiler del edificio, etcétera. (Parra Valenzuela, 2009).

4. De acuerdo con su importancia para la toma de decisiones:

Costos relevantes: Se modifican o cambian de acuerdo con la opción que adopte; también se les conoce como costos diferenciales. Por ejemplo, cuando se produce la demanda de un pedido especial y existe capacidad ociosa; en este caso los únicos costos que cambian si se acepta el pedido, son los de materia prima, energéticos, fletes, etcétera. La depreciación del edificio permanece constante, por lo que los primeros son relevantes, y el segundo irrelevante para tomar la decisión.

Costos irrelevantes: Son aquellos que permanecen inmutables, sin importar el curso de acción elegido. Esta clasificación permite segmentar las partidas relevantes e irrelevantes en la toma de decisiones. (Parra Valenzuela, 2009)

5. De acuerdo con el cambio originado por un aumento o disminución de la actividad:

Costos diferenciales: Son los aumentos o disminuciones del costo total, o el cambio en cualquier elemento del costo, generado por una variación en la operación de la empresa. Estos costos son importantes en el proceso de la toma de decisiones, pues son los que mostrarán los cambios o movimientos sufridos en las utilidades de la empresa ante un pedido especial, un cambio en la composición de líneas, un cambio en los niveles de inventarios, etcétera. (Parra Valenzuela, 2009)

6. De acuerdo con su relación a una disminución de actividades:

Costos evitables: Son aquellos plenamente identificables con un producto o un departamento, de modo que, si se elimina el producto o el departamento, dicho costo se suprime; por ejemplo, el material directo de una línea que será eliminada del mercado.

Costos inevitables: Son aquellos que no se suprimen, aunque el departamento o producto sea eliminado de la empresa; por ejemplo, si se elimina el departamento de ensamble, el sueldo del director de producción no se modificará. (Parra Valenzuela, 2009)

Costos de Producción

Se manifestó que:

Está formado por el costo de tres elementos que necesariamente intervienen en la fabricación de un producto y que son: el costo del material que se va a transformar, los salarios de quienes van a transformar dicho material y todo los demás gastos cuya incurrencia es necesaria para llevar a cabo la transformación. (De Anda Hernández, 2007)

Se informó que:

Representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio, integrado por tres elementos o factores que a continuación se mencionan; Material, Sueldos y Salarios, Gastos Indirectos de Producción, Costo Primo, y Costo de Transformación o de Conversión. (Del Río & Del río, 2011)

Elementos de los Costos de Producción

Tal como se mencionó anteriormente, los tres elementos del costo de fabricación son:

Materias primas: Todos aquellos elementos físicos que es imprescindible consumir durante el proceso de elaboración de un producto, de sus accesorios y de su envase. Esto con la condición de que el consumo del insumo debe guardar relación proporcional con la cantidad de unidades producidas.

Mano de obra directa: Valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.

Carga fabril: Son todos los costos en que necesita incurrir un centro para el logro de sus fines; costos que, salvo casos de excepción, son de asignación indirecta, por lo tanto precisa de bases de distribución.

(Cruz, 2012)

“En primer término, los costos de producción se diferencian de los gastos generales, de administración, y de ventas (gastos de operación) de una empresa”

(Anderson & Raiborn, 2000, p. 77)

Clasificación de los Costos de Producción

Sistemas de costos históricos: Son costos históricos aquellos que se obtienen después de que la producción ha sido elaborada.

(Parra Valenzuela, 2009)

Sistemas de costos por órdenes de producción: En este sistema se expide una orden numerada para la fabricación de determinada cantidad de productos, en la cual se van acumulando los materiales utilizados, la mano de obra directa y los gastos indirectos de producción, la orden es expedida por el jefe responsable de la producción o superintendente, para ser cumplida en su oportunidad por los departamentos respectivos. (Parra Valenzuela, 2009)

Sistema de costos por clases: Este sistema es una variante del procedimiento de costos por órdenes de producción pero en una forma más compactada, para lo cual entenderemos por clase: “un grupo de productos similares en cuanto a su forma de elaboración, presentación y costo”.

Se utiliza en industrias que producen múltiples artículos catalogados por clases, líneas, etc. Teniendo la ventaja de que economiza tiempo y gastos de operación contable, aprovechando el agrupamiento para calcular el costo por cada clase en vez de hacerlo por cada producto.

Sistema de costos por procesos: Este sistema se emplea en aquellas industrias cuya producción es continua y en masa, existiendo uno o varios procesos para la transformación de la materia. En este procedimiento se cargan los elementos del costo correspondientes a un periodo determinado, al proceso o procesos que existan.

Sistema de costos por operaciones: Este sistema es una derivación del de procesos, aplicable en aquellas industrias en las que el proceso productivo puede ser dividido en operaciones, manejándose el costo por cada uno de ellas. (Parra Valenzuela, 2009)

Sistema de costos combinados o de conversión: En aquellas industrias que producen por procesos y, en las que el monto de los salarios pagados al personal ligado directamente con la fabricación, es de relativa importancia en comparación con los otros elementos de la producción se sigue la práctica de conjuntar los llamados salarios directos con los gastos de fabricación para integrar lo que se denomina “costo de conversión” que son las erogaciones necesarias para convertir la materia prima en producto terminado.

Sistema de Costos predeterminados: Son costos predeterminados los que se obtienen antes de incursionar al proceso de producción y de fabricarse el producto.

Sistema de costos estimados: Son aquellos que se calculan en base a la experiencia pasada, del conocimiento que se tenga de la industria, antes de producirse el artículo y tienen como finalidad pronosticar los elementos del costo.

Sistemas de costos estándar: Este cálculo se realiza sobre bases técnicas o casi científicas para cada uno de los elementos del costo, a efecto de determinar lo que un producto “debe costar” en condiciones de eficiencia normal, sirviendo por lo tanto de factor de medición de la eficiencia aplicada. La implementación y aplicación del costo estándar requiere de la integración y funcionamiento de un control presupuestal de todos los elementos que intervienen en la producción. (Parra Valenzuela, 2009)

2.2.12. Conceptos de Mantenimiento.

Ballesteros (2012), concluyó:

El concepto inicial de mantenimiento es ser el conjunto de actividades realizadas sobre los equipos e instalaciones que intervienen en un proceso, para mantenerlos en el estado operativo que se desea. De lo anterior se desprenden distintas técnicas de mantenimiento:

Mantenimiento Correctivo.

Nace como el área de reparar equipos, corregir averías y desgastes. Para el desarrollo tecnológico no se requería prevenir los problemas ni estaba en las expectativas del usuario del servicio.

Mantenimiento Programado.

Se empieza a pensar en la vida útil de partes y equipos y a programar paros para el cambio de dichas partes por su fin de vida útil. Se realizan paros para reconstrucción de equipos. Se programa paro para intervenir todo el equipo, pretendiendo dejar este en el estado original.

Mantenimiento Preventivo.

Es el paro del equipo en estado productivo para realizarle los ajustes en partes que garanticen la continuidad de la producción, buscando prevenir la aparición de daños y la corrección de estos cuando se presenten en estado incipiente.

Mantenimiento Predictivo.

Busca diagnosticar sin parar el equipo para determinar fin de vida útil del repuesto basado en el muestreo, análisis y registro de variables que pueden predecir el final de vida útil de un repuesto o parte y su posible falla.

(p. 29 y 30)

También cuenta con varios métodos de análisis que ayudan al diagnóstico de los fallos entre ellos tenemos el método AMFEC.

Método Amfec

Mulet, Carlos, Chulvi, Ramos, y Bovea (2011), informaron que:

El análisis modal de fallos y efectos con criticidad (AMFE) es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo.

Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. (p. 32)

Entre los resultados se observó que:

Los pasos para realizar un AMFEC son:

1) Descripción de la instalación

Consiste en analizar los componentes de la instalación y su funcionamiento.

2) Definición del objetivo y alcance

Se trata de definir qué elementos forman parte del análisis y cuál es el objetivo del mismo, y de identificar qué riesgos son prioritarios de cara a un mejor funcionamiento del sistema.

3) Determinación de funciones

Consiste en indicar lo más brevemente posible la función de la pieza o conjunto que se está analizando. Cuando el conjunto tiene varias funciones, hay diferentes modos potenciales de fallo y puede ser preferible relacionar las funciones separadamente.

4) Determinación de modos de fallo de cada función

El modo de fallo es la manera en que una determinada función no se realiza correctamente.

En este paso hay que relacionar cada modo de fallo potencial, para cada pieza en particular, con la función que realiza la misma. Algunos ejemplos de modos de fallo se muestran en la figura siguiente:

Bloqueo	No arranca	Funcionamiento inadvertido
Vibración	No conmuta	Funcionamiento intermitente
No se queda en posición	Funcionamiento prematuro	Funcionamiento irregular
No se abre/cierra	Funcionamiento retardado	Indicación errónea
Posición abierta/cerrada	Entrada errónea (aumento/disminución)	Flujo restringido
Falsa actuación	Salida errónea (aumento/disminución)	Cortocircuito (eléctrico)
Pérdida de entrada/salida	Fugas externas	Círculo abierto (eléctrico)
No se para	Excede tolerancia superior/inferior	Otras

Figura n.º 2: Ejemplos de Modos de Fallos

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

5) *Determinación de causas para cada modo de fallo*

Consiste en relacionar todas las causas potenciales atribuibles a cada modo de fallo, con el fin de estimar su probabilidad de aparición, descubrir efectos secundarios y prever acciones correctoras recomendables. Las causas relacionadas deben ser lo más concisas y completas posibles, de modo que las acciones correctoras puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes. (Mulet et al., 2011, p. 32 y 33)

Algunos ejemplos de causas típicas de fallos son las mostradas en la figura n.º 3:

Uso de material incorrecto. Soldadura de mala calidad	Dañado en producción
Material incorrectamente especificado. Porosidad	Tratamiento térmico incorrecto. Omitido
Corrosión antes del montaje	Impurezas en el material. Alineación incorrecta
Dimensiones no de acuerdo a plano. Error de montaje	Adelgazamiento. Excentricidad
Interpretación inadecuada del diseño. Par de apriete incorrecto. Sobretensión	Marcas de utillaje. Desequilibrio
Lubricación insuficiente. Sobrecarga	Formación de grietas
Demasiado caliente	Espesor incorrecto del material
Mantenimiento inadecuado. Demasiado frío	Pintura de recubrimiento de mala calidad. Estructura incorrecta del material, etc.

Figura n.º 3: Ejemplos de causas de fallos.

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

Entre los resultados del estudio informaron los siguientes pasos:

6) *Determinación de las formas de detección*

Se identifican qué señales podrían apreciarse en el caso de que ocurriera un modo de fallo, tal y como se indica en los ejemplos de la siguiente figura:

Función	Modo de fallo	Detección
Ventilar	No ventila	Aumento de temperatura No se oye ruido
Conducir un fluido	Flujo restringido	Sale muy poco fluido o muy lentamente

Figura n.º 4: Ejemplos de formas de detección.

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

7) *Determinación de los efectos sobre otros componentes y sobre el sistema*

Identificar, evaluar y registrar las consecuencias de cada modo de fallo sobre:

- Otros componentes.
- El sistema en su conjunto, ya que puede resultar en un fallo múltiple.

8) *Estimación de la frecuencia de fallo, la gravedad y la probabilidad de que el fallo sea detectado*

Es la estimación cuantitativa de la importancia de los fallos, según la probabilidad de que ocurra el fallo, el grado de gravedad del mismo y la probabilidad de que sea detectado.

- Frecuencia (F): Este índice está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10 (Figura n.º 11.).

Cuando se asigna la clasificación por ocurrencia, deben ser consideradas dos probabilidades:

1. La probabilidad de que se produzca la causa potencial del fallo (P1). Para esta probabilidad deben evaluarse todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa de fallo en el elemento designado.

(Mulet et al., 2011, p. 34)

2. La probabilidad de ocurrencia, entendiéndose por ocurrencia la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo (P2/1).

	de ocurrencia	
Probabilidad remota de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjera el fallo.	[0% – 0,005%]	1
Promedio de fallo bajo. Generalmente asociado con diseños parecidos, para las mismas condiciones de utilización, con un número relativamente bajo de fallos.	]0,005% – 0,01%]	2
Promedio de fallo bajo. Generalmente asociado con diseños parecidos a otros previos usados en entornos diferentes, con un número relativamente bajo de fallos.	]0,01% – 0,05%]	3
Promedio de fallo moderado. Generalmente asociado con diseños parecidos a otros previos que han experimentado fallos esporádicos en condiciones de utilización ligeramente diferentes.	]0,05% – 0,1%]	4
Promedio de fallo moderado. Generalmente asociado con diseños parecidos a otros previos que han experimentado fallos más frecuentes, que necesitan atenciones particulares.	]0,1% – 0,5%]	5
Promedio de fallo moderado. Generalmente asociado a productos sin diseños parecidos previos y sin probabilidades de fallo medidas.	]0,5% – 1%]	6
Problema de fallo alto. Asociado con fallos de productos parecidos que han causado problemas de diseño en el pasado.	]1% – 5%]	7
Problema de fallo alto. Asociado con diseños previos parecidos, con problemas de fabricación.	]5% – 10%]	8
Promedio de fallo muy alto. Generalmente asociado con productos previos parecidos, con problemas de diseño y fabricación.	]10% – 50%]	9
Promedio de fallo sumamente alto. Los fallos ocurrirán casi con certeza.	> 50%	10

Figura n.º 5: Probabilidad de ocurrencia / frecuencia.

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

Los datos para estimar la probabilidad de ocurrencia pueden obtenerse a partir de distintas fuentes, entre otras:

- Registro de fallos según reclamaciones de clientes.
- Datos del fabricante.
- Tablas de tasas de fallo típicas publicadas en libros de análisis de riesgos.
- Bases de datos de fallos, tales como el RiAC Automated Data Book y otras.

También la investigación mostró que:

Generalmente las mencionadas fuentes ofrecen datos sobre la tasa de fallos del componente, pero no siempre es accesible la información sobre la causa que provoca el fallo y el modo de fallo, por lo que es habitual tener que estimar cómo se reparte la probabilidad de fallo de un componente entre los distintos modos y causas de fallo, en base a la experiencia y el entorno de funcionamiento del sistema analizado.

– Gravedad del fallo (G). Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo, por lo que se calcula en base a una escala de 1 a 10, según muestra la figura n.º 6.

Como la clasificación de gravedad está basada únicamente en el efecto de fallo, todas las causas potenciales del fallo para un efecto particular de este, recibirán la misma clasificación de gravedad.

Criterio	Gravedad (G)
Imperceptible por el cliente	1
Perceptible pero no molesto	2
Perceptible y ligeramente molesto	3
Predispone negativamente al cliente	4
Degradación del sistema	5
Degradación del sistema y exigencia de cambio/reparación	6
Degradación del sistema y reparación costosa	7
Degradación del sistema, que llega a afectar a otros sistemas de la instalación	8
Afecta a la seguridad, con aviso previo	9
Afecta a la seguridad, sin previo aviso	10

Figura n.º 6: Gravedad.

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

No detección (D). Este índice marca la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa de fallo. Para su determinación se utiliza una escala de 1 a 10, según muestra la figura n.º 7.

(Mulet et al., 2011, p. 34,5 y 36)

Criterio	Probabilidad de que el defecto individual llegue al cliente	D
Probabilidad remota de que el defecto llegue al cliente. Sería poco razonable que un defecto no fuese detectado durante la inspección, prueba o montaje (dificultad de montaje)	0-5%	1
Probabilidad baja de que el defecto llegue al cliente	6-15%	2
	16-25%	3
	26-35%	4
Probabilidad moderada de que el defecto llegue al cliente	36-45%	5
	46-55%	6
	56-65%	7
Probabilidad alta de que el defecto llegue al cliente	66-75%	8
	76-85%	9
Probabilidad muy elevada de que el defecto llegue al cliente	86-100%	10

Figura n.º 7: No detección.

Fuente. Mulet; Alberola; Chulvi; Ramos; Dolores, Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales.

Además la investigación continuó con los siguientes pasos:

9) Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR) para cada modo de fallo y causa

El índice de prioridad del riesgo (IPR) es un parámetro de estimación cuantitativa de la importancia de los fallos. Se utiliza con el fin de priorizar las causas potenciales de fallo que requieren acciones preventivas. Se calcula como el producto de los tres indicadores: la frecuencia

(F), la gravedad (G) y la probabilidad de detección (D), mediante la siguiente expresión:

$$IPR = F \times G \times D$$

El IPR se calcula para todas las combinaciones de modo de fallo y causa. El IPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctivas. A mayor IPR, mayor importancia tiene el fallo.

10) Identificación de los modos de fallo más críticos y propuesta de medidas correctoras

Implantación de acciones correctoras para aquellas causas de fallo con mayor IPR, donde se recomienda, de forma general, aplicar medidas para todos aquellos IPR cuyo valor sea mayor a 100. Para ello, será necesario que la acción correctora que se debe implantar reduzca alguno de los parámetros que componen el IPR:

– Reducción de F. Con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia pueden aplicarse las siguientes acciones:

1. Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que la causa de fallo pueda producirse

(Porosidad, uso de material incorrecto, sobrecarga, etc.).

2. Incrementar o mejorar los sistemas de control que impiden que se produzca la causa de fallo.

– Reducción de G. Con el fin de disminuir la gravedad, habría que introducir cambios en el diseño del sistema.

Reducción de D. Con el fin de disminuir la probabilidad de que el defecto llegue al cliente, se requiere introducir cambios o mejoras en el control de detección del sistema, lo que por regla general, produce un aumento de coste.

11) Esquema de la instalación mejorada

Una vez decididas las medidas correctoras que hay que implantar, se describirá cómo es la instalación mejorada.

12) Cálculo de los nuevos coeficientes F', G' y D' y el IPR' para cada medida correctora

Una vez propuestos los cambios, se recalculan los nuevos índices de frecuencia, gravedad y no detención: F', G' y D', respectivamente, y se halla el nuevo IPR' resultante de la expresión:

$$IPR' = F' \times G' \times D'$$

Este nuevo índice permite evaluar la efectividad de la acción correctora.

(Mulet et al., 2011, p. 34)

2.2.13. Concreto Premezclado

Definición

Sánchez (2009), concluyó:

El concreto puede ser definido como la mezcla de un material aglutinante (normalmente cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados), agua y eventualmente aditivo, que al endurecerse forma un sólido compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. (p. 11)

Características de los Componentes

Cemento

Sánchez (2009), manifestó:

Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. El más utilizado, como se mencionó, es cemento portland hidráulico, el cual tiene propiedades de adhesión y cohesión, que permiten aglutinar los agregados para conformar el concreto. (p. 13)

Agua

Sánchez (2009), declaró:

El agua como componente del concreto el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes. Al mezclarse con el cemento se produce la pasta, la cuál puede ser más o menos fluida, según la cantidad de agua que se agregue. Al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua permanece en la estructura rígida de la pasta (agua de hidratación), y el resto es agua evaporable. (p. 13)

Aire

Sánchez (2009), expresó:

Cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que atrape aire dentro de la masa, el cual es posteriormente liberado por los procesos de compactación a que es sometido una vez ha sido colocado. Sin embargo, es imposible extraer todo el aire y siempre queda un porcentaje dentro de la masa endurecida. Por otra parte, en algunas ocasiones se incorporan pequeñísimas burbujas de aire, por medio de aditivos, con fines específicos de durabilidad. (p.13)

Agregados

Sánchez (2009), pronunció:

Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida. Estos materiales pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen.

La razón para utilizar agregados dentro del concreto, es que estos actúan como material de relleno, haciendo más económica la mezcla. Los agregados, en combinación con la pasta fraguada, proporcionan parte de la resistencia a la compresión. (p. 13)

Aditivos

Sánchez (2009), explicó:

Los Aditivos son materiales distintos del agua, de los agregados, del cemento hidráulico y de las fibras de refuerzo que se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción. (p. 14)

Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal

Se ha demostrado que:

El proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar se llama diseño de mezcla. Las características pueden incluir: propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de ingredientes específicos. El diseño de la mezcla lleva al desarrollo de la especificación del concreto. El proporcionamiento (dosificación) de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto, usando materiales locales, para que se logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades: trabajabilidad aceptable del concreto fresco, Durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido. (Kosmatka et al., 2004, p. 185)

a) Selección de las Características de la Mezcla

Entre los resultados del estudio se demostró que:

Antes que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se seleccionan sus características considerando el uso que se propone dar al concreto, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto (tales como resistencia a la congelación y resistencia mecánica) requeridas para la estructura. Las características deben reflejar las necesidades de la estructura, por ejemplo, se debe verificar la resistencia a los iones cloruros y se deben especificar los métodos de ensayos apropiados. Después que se hayan elegido las características, se puede proporcionar (dosificar) la mezcla a partir de datos de campo o de laboratorio. Como la mayoría de las propiedades deseadas en el concreto endurecido dependen principalmente de la calidad de la pasta cementante, la primera etapa para el proporcionamiento del concreto es la elección de la relación agua-material cementante (li- gante) apropiada para la resistencia y durabilidad necesarias.

Las mezclas de concreto se deben mantener lo más sencillas posible, pues un número excesivo de ingredientes normalmente dificulta el control del concreto. Sin embargo, el tecnólogo de concreto no debe descuidar la moderna tecnología del concreto. (Kosmatka et al., 2004, p. 185)

b) Relación entre Resistencia y Relación Agua material-Material Cementante

Entre los resultados del estudio se concluyó que:

Dentro del rango normal de resistencias usadas en la construcción de concreto, la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua-cemento o agua-material cementante (ligante). Para concretos totalmente compactados, producidos con agregados limpios y sanos, la resistencia y otras propiedades requeridas del concreto, bajo las condiciones de obra, se gobiernan por la cantidad del agua de mezcla usada por unidad de cemento o material cementante. (Kosmatka et al., 2004, p. 185)

c) Revenimiento (Asentamiento)

Además se observó que:

Siempre se debe producir el concreto para que tenga trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas con las condiciones de la obra. La trabajabilidad es la medida de la facilidad o de la dificultad de colocación, consolidación y acabado (terminación, superficial) del concreto.

La consistencia es la capacidad del concreto de fluir. Plasticidad es la facilidad de moldeado del concreto. Si se usa más agregado en el concreto o si se adiciona menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica y menos trabajable) y difícil de moldearse. Ni las mezclas muy secas y desmoronables, ni las muy aguadas y fluidas se pueden considerar plásticas. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

d) Proporcionamiento

Kosmatka et al. (2004) señaló que, “el diseño de las mezclas de concreto involucra: (1) en el establecimiento de características específicas y (2) en la elección de proporciones de materiales disponibles para la producción del concreto con las propiedades requeridas y la mayor economía” (p. 194).

2.3. Definición de Términos Básicos.

AMFEC. Es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo. Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. Significa el análisis de modos de fallos con efectos de criticidad. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Asentamiento del Concreto. El asentamiento es la medida que da la facilidad de trabajo o consistencia del hormigón. En otras palabras, mide la facilidad del hormigón para empujar, moldear y alisar. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Causas de fallos. Consiste en relacionar todas las causas potenciales atribuibles a cada modo de fallo, con el fin de estimar su probabilidad de aparición, descubrir efectos secundarios y prever acciones correctora recomendables. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Concreto Premezclado. El concreto es una mezcla de materiales como: el cemento, agua, aditivos y agregados (usualmente arena y grava o roca triturada). (Sánchez; 2009, p. 11)

Control Presupuestal. Es un proceso para encontrar lo que se ha hecho y comparar los resultados reales con los datos correspondientes del presupuesto, con el fin de aprobar la actuación o remediar las diferencias, ya sea ajustando las estimaciones de presupuesto o corrigiendo las causas de la diferencia. (Parra Valenzuela, 2009)

Costo estándar. Es una medida de qué tanto debe costar producir una unidad de producto o servicio siempre bajo condiciones de eficiencia, es decir sin desperdicios, tiempo ocioso, etc. El Costo Estándar de un producto está compuesto por los costos de los componentes requeridos para elaborar dicho producto. (Parra Valenzuela, 2009)

Diseño Granulométrico. Las series normalizadas producen una curva para Áridos de máxima compacidad (árido de Fuller). Para materiales conglomerados, se pueden usar áridos con menor compacidad (la pasta llena los huecos). (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Dosificación de Concreto. La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m). (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Erogación económica. Se denomina erogación a los gastos que realiza un determinado agente económico. Estos suelen ser recurrentes como consecuencia de la mera subsistencia de este.

Frecuencia. Este índice está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Granulometría. Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Gravedad de fallo. Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. (Mulet et al., 2011, p. 34)

IPR. Es un parámetro de estimación cuantitativa de la importancia de los fallos. Se utiliza con el fin de priorizar las causas potenciales de fallo que requieren acciones preventivas. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Mensurables. Que se puede medir. Hay cosas que pueden medirse y otras que no: por lo tanto, existen cosas mensurables y cosas que no son susceptibles de medición ya que no se dispone de una escala o de una unidad que permita este tipo de registros. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Modos de fallos. El modo de fallo es la manera en que una determinada función no se realiza correctamente. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Mortero. El mortero es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, y posibles aditivos que sirven para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

No detección. Este índice marca la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa de fallo. (Mulet et al., 2011, p. 34)

Polvillos de gneis granítico. Se denomina gneis a una roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas, con capas alternas de minerales claros y oscuros. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Resistencia a la compresión. Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fracturamiento se puede definir en límites bastante ajustados. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Silo para cemento. Es una construcción diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Tornillo Elevador del cemento. Este tornillo es el encargado de realizar el transporte de las materias sólidas que son depositadas en la criba, este tornillo puede adoptar diferentes formas dependiendo de una serie de factores. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

Volatilidad Global. La volatilidad es una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo o de un tipo definido como la desviación estándar de dicho cambio en un horizonte temporal específico. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

2.4. Formulación de la hipótesis

Al implementar mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado de la Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, se optimizarán los costos de producción.

Variables

- **Variable Independiente: Operaciones.**
- **Variable Dependiente: Costos de Producción.**

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables.

Tabla n.º 3: Operacionalización de Variable Independiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	INDICE	
Independiente: Operaciones.	Diseño y mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios. (Taylor, 1881)	PRODUCCIÓN	Porcentaje de desperdicio de aditivos	$\left[\frac{\text{Cantidad de desperdicio en mangueras}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}} \right] 100\%$	% de desperdicio
			Tiempo de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas por cada m3 de producción		
			$\frac{\text{Tiempo de dosificado con 2 bombas}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}}$		
			Producción perdida por paradas de planta	Producción perdida por dejar de producir	
			$\text{Tiempo de producción por cada m}^3 \times \text{Tiempo perdido por parada de planta}$		
			Índice de prioridad de riesgos (IPR) de equipos de la planta.	IPR de los equipos analizados	
			IPR		

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla n° 3, se muestra la variable independiente la cual ayudara a resolver el problema de investigación, para ello se aplican 4 índices de control en el área de producción; el primero es el porcentaje de variación de aditivos con este índice podemos medir la variación en cada dosificado de aditivos; el segundo índice es el tiempo de dosificado de aditivos con bombas por cada lote de producción con este índice podemos medir el tiempo de dosificado con las 2 bombas existentes en cuanto a al tiempo de dosificado total; el tercer índice hace referencia a la producción perdida por parada de planta con este índice podemos medir cuanto se pierde de producción por cada parada de planta al mes; y el cuarto es el índice de prioridad de riesgos de los equipos de la planta con esta variable podemos medir el índice de prioridad de riesgos de los principales equipos dentro de la planta. Estos Índices durante su desarrollo nos arrojaran resultados para la variable dependiente.

Tabla n.º 4: Operacionalización de Variable Dependiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	INDICE
Dependiente: Costos de Producción.	Cantidad desembolsada para comprar o producir un bien. (Yermanos & Correa 2011)	REPROCESO	$\frac{\text{Costo total al año}}{\text{Frecuencia}}$	Costo por reproceso por cada parada de planta
		FALLAS DE EQUIPOS	$\frac{\text{Costo total al año}}{\text{Frecuencia}}$	Costo por falla de equipos en c/parada de planta (Producto desechado)
		PROCESO	Costo total al mes	Costo imprevistos por cambio de repuestos y uso de insumos
			Costo de producción	Costo de Producción por cada m3 de Concreto Premezclado
				C210-MS-H57-A4
				C210-MS-H67-A4
				C210-MS-H57-A5
				C210-MS-H67-A5
		C280-MS-H57-A4		
		C280-MS-H57-A5		
		C280-MS-H67-A5		
	MATERIA PRIMAS E INSUMOS	$\frac{\text{Costo de producción}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}}$		

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla n° 4, se muestra la variable dependiente la cual también ayudara a resolver el problema de investigación, en lo que concierne a esta variable, se muestran 6 índices; el primero es el costo por reproceso que es dado una vez en al mes; el segundo es el costo por fallas de los equipos en cada producto que es rechazado por no cumplir con las características demandadas; el tercero es el costo por cambio de repuestos y uso de insumos; el cuarto es el costo de producción por cada metro cúbico de concreto premezclado según su tipo de suministro. Estos índices mencionados son los que van a depender de la manipulación de la variable dependiente, es decir, por cada manipulación de mejora de las operaciones en el área de producción se obtendrán resultados que implicaran verificar los parámetros de optimización o no optimización de los costos de producción de concreto premezclado, por otro lado dichos resultados deben contribuir para ver en qué medida se lograran optimizar los costos de producción de concreto premezclado.

3.2. Tipo de diseño de investigación.

3.2.1. Experimental Puro.

Se manipula por lo menos una variable independiente con el fin de observar sus efectos sobre una o más variables dependientes.

Tabla n.º 5. Esquema del diseño de investigación.

VARIABLES	ASIGNACIÓN	PREPRUEBA	IMPLEMENTACIÓN	POST PRUEBA
OPERACIONES	Mejora	DIAGNÓSTICO 1	OPTIMIZACIÓN	VERIFICACIÓN 3
COSTOS DE PRODUCCIÓN	Mejora	DIAGNÓSTICO 2	OPTIMIZACIÓN	VERIFICACIÓN 4

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Material de Estudio

3.3.1. Unidad de estudio.

Conjunto de operaciones y actividades relacionadas a la dosificación del proceso de elaboración del concreto premezclado.

3.3.2. Población.

Lo constituye la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.; puesto que, dentro de sus instalaciones se encuentra nuestro objetivo de estudio.

3.3.3. Muestra.

La muestra es el área de producción de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L en el año 2016 - 2017.

3.4. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

3.4.1. Recolección de Información.

Se cuenta con varias técnicas e instrumentos para la recolección de información como se muestra en la Tabla n.º 8.

Tabla n.º 6: Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	- Entrevista
	Secundaria	- Análisis de contenido
Cuantitativo	Primaria	- Visita
	Secundaria	- Análisis estadístico
Observación	Primaria	- Guía de observación

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación detallamos las técnicas e instrumentos a utilizar en el presente estudio:

Tabla n.º 7: Detalle de Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá conocer la situación actual de las operaciones del concreto premezclado en DINO S.R.L que tiene relación indirecta con los costos de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel-Guía de entrevista. • Cámara • Lapicero. 	Parte de las áreas de producción en la empresa con acceso a los departamentos de calidad.
Visita	Permitirá obtener información detallada y relevante sobre las áreas de producción con mayores problemas y deficiencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Lapicero. • Cámara fotográfica 	Las áreas de producción y parte del área de Calidad.
Observación directa	Permitirá identificar el proceso de producción y el control adecuado de los productos terminados.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación 	Toda la empresa Dino S.R.L involucrada en el departamento de Producción y Calidad.
Análisis de documentos	Para obtener información de resultados obtenidos de los procesos analizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros. 	Base de datos de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.1 Entrevista

Objetivo:

Conocer la situación actual de las operaciones del concreto premezclado que tiene relación indirecta con los costos de producción de concreto premezclado.

Procedimiento:

Preparación de la Entrevista:

El grupo investigador ha determinado entrevistar a 10 personas teniendo en cuenta la posición que ocupa cada uno de ellos en la empresa, mencionando sus responsabilidades básicas y actividades.

- Jefe de Planta.
- Jefe de Seguridad de Planta
- Jefe del área de Calidad.
- Jefe de Ventas y asistenta.
- Dos encargados del área de Calidad y de la planta Dosificadora de concreto consecutivamente.
- Cuatro operarios de Planta.

La entrevista tendrá una duración de 5 minutos c/ u de ellos. Así mismo, el lugar donde se realiza la entrevista es su respectivo puesto de trabajo de la empresa.

Secuela de la Entrevista

- Escribir los resultados.
- Archivar los resultados de la entrevista para referencia y análisis posteriores.

Instrumentos:

- Cámara Fotográfica
- Papel – Guía de la entrevista
- Lapiceros

3.4.1.2 Visita Técnica.

Objetivo:

Obtener información sobre las operaciones con mayor detalle y cada uno de sus procesos.

Procedimiento:

Preparación de la Visita Técnica

- El grupo investigador ha decidido hacer la visita técnica a las instalaciones donde se desarrollan gran parte de las operaciones de concreto premezclado.
- La visita técnica una duración de 2 horas.
- El lugar donde se realizará la visita técnica será en las áreas de producción y de calidad.

Secuela de la Visita Técnica.

- Escribir el desarrollo de las operaciones.
- Archivar los resultados de la Visita para referencia y análisis posteriores.

Instrumentos:

- Papel.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica y Filmadora.

3.4.1.3 Observación Directa

Objetivo:

Permitirá identificar las áreas donde se desarrollan las operaciones de premezclado y también de control de calidad.

Procedimiento:

Observación directa

- De las operaciones de producción de concreto premezclado en las áreas de dosificado.
- La manipulación de la planta Dosificadora.
- Del producto terminado en camiones Mixers.

Secuela de la Observación directa.

- Registro fotográfico de las observaciones realizadas en cada una de las operaciones.
- Registro fotográfico de cada una de las áreas de la producción.
- Determinación del Volumen por cada camión cargado de concreto premezclado.
- Determinación de la capacidad en cada una de las áreas en sí de la planta dosificadora.

Instrumentos:

- Cámara fotográfica.
- Memoria tipo SD.
- USB.
- Implementos personales.

3.4.1.4 Análisis de Documentos

Objetivo:

Determinará la mayoría de problemas encontrados en las operaciones realizadas para obtener el concreto premezclado.

Procedimiento:

Recolección de documentos.

- Es necesario recopilar todos los informes de evaluación y medición de los parámetros del concreto terminado de mezclar en el camión mixer según su costo de producción.

Secuela de la recolección de documentos:

- Implementación de mejora de las operaciones en el Área de Producción de Concreto Premezclado para optimizar los costos de producción.

Instrumentos:

- Correo electrónico.
- Reportes impresos.
- Cotizaciones de implementación de equipos.
- Hoja de cálculo (MS EXCEL).
- Lapiceros.

3.4.2 De procesamiento de Información

3.4.2.1 Técnicas de Estadística descriptiva

Los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta los mostramos mediante gráfico de:

- Diagrama de barras.
- Diagrama circular.
- Diagramas de columna.

3.4.2.2 Programas

- Office 2013: Microsoft Word, Microsoft Excel
- Visio Professional.
- Project 2013.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1. Diagnóstico situacional de la empresa

4.1.1. Aspectos Generales.

La planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L ubicada en el distrito de Llacanora, a 10 km de la ciudad de Cajamarca que cuenta con una capacidad de producción diaria de 450 metros cúbicos de concreto premezclado.

Tabla n.º 8: Datos Generales de Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Nombre de la Empresa	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L
Nombre Comercial	DINO S.R.L
RUC	20131644524
Fecha de Inicio de Actividades	19/9/1990
Tipo de Sociedad	Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L)
Estado de la Empresa	Activo
Sector Económico	Principal 2. - CIIU 51430 - VTA. MAY. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
	Secundaria 2. - CIIU 269572 - FAB. ART. DE HORMIGON, CEMENTO Y YESO.
Dirección	CAL. LA COLONIA NRO. 150 URB. EL VIVERO LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO
Teléfonos	
Nro. de Trabajadores	15

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

A. Descripción de la Actividad.

La Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L se dedica a dos sectores económicos, el principal es la venta de mayoritaria de materiales de construcción y el secundario es la fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. En el caso de la planta de Cajamarca solo se dedica a la producción y venta de concreto premezclado para todo tipo de proyectos y necesidades de los clientes entre ellos ofrece concretos convencionales, concretos especiales y concretos para pavimentos.

B. Misión.

Somos una empresa innovadora que se especializa en cemento, cal y materiales de construcción; maximizando la generación de valor.

C. Visión

Ubicarnos dentro del 10% de las empresas cementeras más rentables y comprometidas con el cuidado del medio ambiente en América Latina.

D. Organigrama

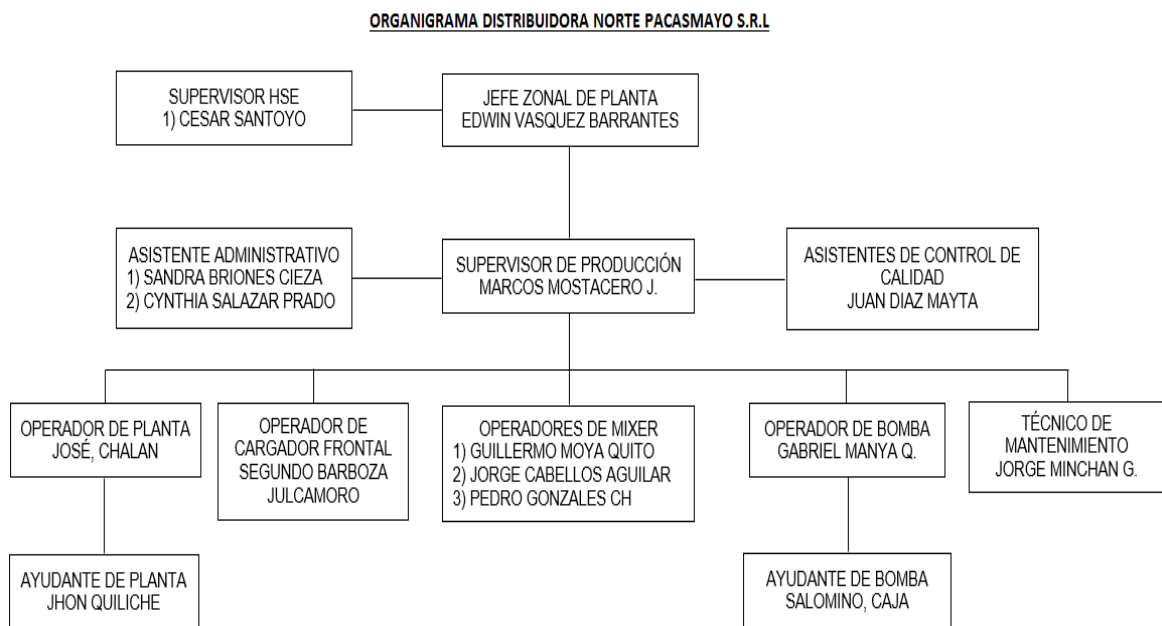


Figura n.º 8 :Organigramas de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente. Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

E. Personal : Matriz de puesto, cargo y función

Jefe Zonal de Planta:

- Gestiona y aprueba los requerimientos de los clientes y de otro tipo.
- Define las prioridades de las tareas dentro y/o relacionadas con la planta. Coordina las interacciones con los clientes y los usuarios finales.
- Planifica y asigna las tareas de la forma más razonable posible.
- Planifica y realiza las reuniones de control del equipo de desarrollo en el tiempo establecido.
- Mantiene el control del resultado de estas reuniones.
- Supervisa a sus colaboradores.

Supervisor HSE

Es quien se encarga de la gestión general de seguridad, salud y medio ambiente de la empresa y sus principales funciones son:

- Identificar y analizar riesgos operativos y ambientales.
- Encargado de hacer cumplir el Plan de Seguridad y Medio Ambiente.
- Capacitar, difundir y realizar la promoción general sobre seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- Elaborar, apoyar en la elaboración y difundir los procedimientos de Seguridad.
- Adiestrar al personal en caso de situaciones de emergencias y accidentes.
- Realizar inspecciones, auditorias y elaborar informes, investigando las causas de los incidentes y recopilando la información estadística requerida por los entes internos y externos.

Supervisor de Producción

- Supervisar a través que el personal de producción de concreto premezclado trabaje de manera adecuada.
- Coordinar el personal que trabajara diariamente.
- Tener un control de producción diaria de concreto premezclado que se va enviar a todos los clientes.
- Tener un control diario de la cantidad de personas que trabajan en la producción de concreto premezclado.
- Supervisar que el área de producción de concreto premezclado este en buenas condiciones de trabajo.

Asistente Administrativo

- Recepcionar y archivar documentos
- Recepción de llamadas telefónicas.
- Informar reuniones y charlas administrativas.
- Presentar informes sobre las necesidades de capacitación del personal de la Unidad Administrativa.

Asistente de Control de Calidad

- Supervisar los estándares de calidad de materias primas e insumos para la producción de concreto premezclado.

- Realizar y documentar los ensayos de control de calidad del concreto premezclado
- Cumplir en los ensayos con los estándares de calidad según normativa ISO 9001 y NTP para la aprobación y distribución de concreto premezclado.

Operadores de Mixer

- Mantener el Mixer en perfectas condiciones para la carga de concreto premezclado.
- Transportar y entregar el concreto premezclado al cliente.

Operador de Cargador Frontal

- Mantener el cargador frontal en condiciones adecuadas para cargar y distribuir los materiales en el área de recepción de materias primas y en el área de producción.

Operador de Planta

- Planificar y operar la planta dosificadora de acuerdo a los requerimientos diarios.
- Registrar y emitir documentos de cada despacho programado diariamente.

Ayudante de Planta

- Apoyar y acatar las órdenes del operador de planta en las actividades que realiza.

Operador de Bomba

- Encargado de bombear el concreto premezclado a distintas obras solicitadas.

Ayudante de Bomba

- Apoyar al operador de bomba con el bombeado de concreto premezclado y la limpieza de equipos.

Técnico de Mantenimiento

- Encargado de dar mantenimiento a la planta dosificadora y a toda la maquinaria de producción de concreto premezclado.

F. Infraestructura, Equipos, Máquinas y Herramientas.

En lo que concierne a la infraestructura se detalla en el cuadro, donde se observa el plano de la planta y la distribución de sus áreas.

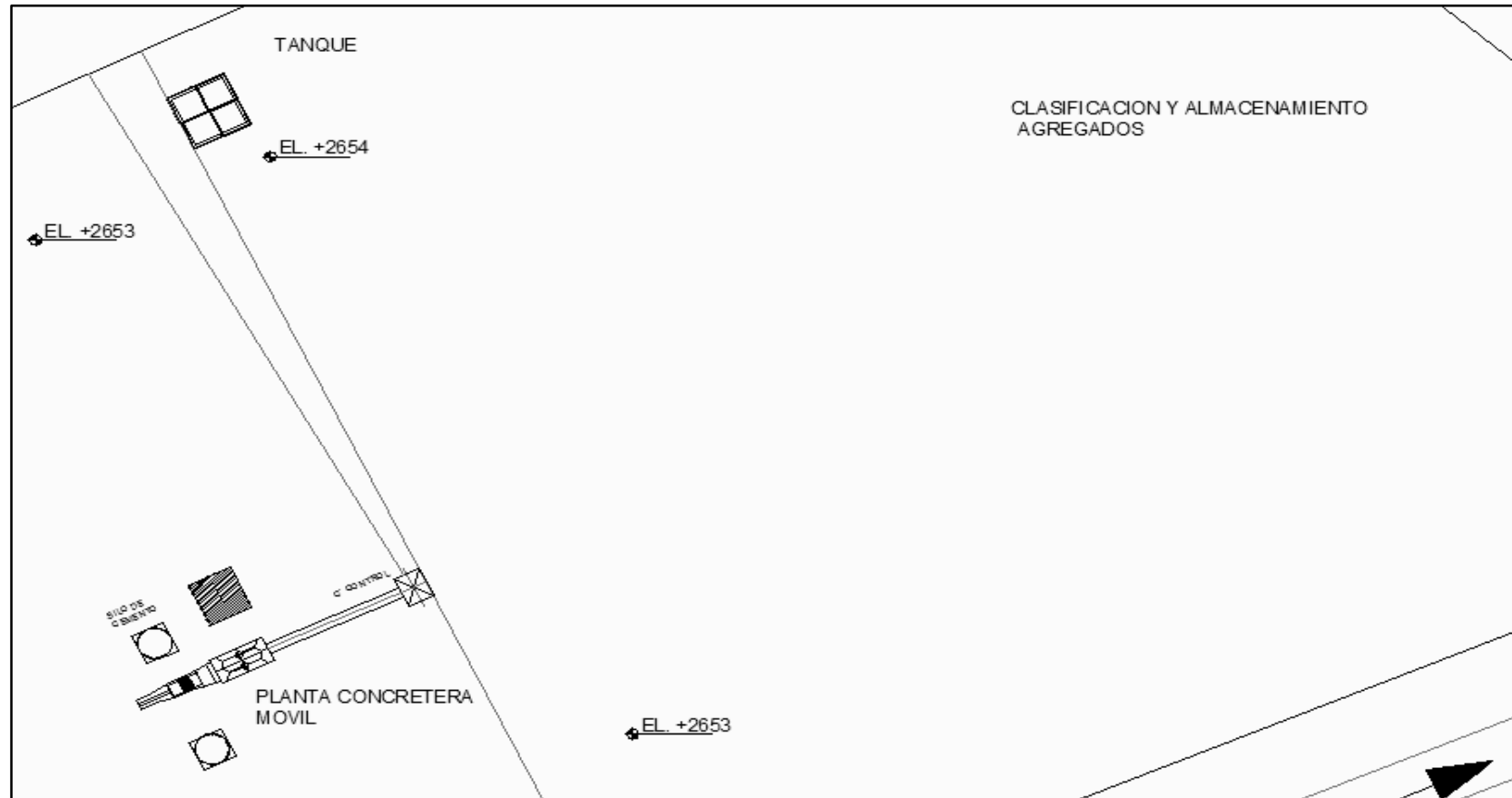


Figura n.º 9: Infraestructura de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

Tabla n.º 9: Cuadro de Áreas de Distribución de la Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

CUADROS DE AREAS (m²)

AREAS	PARCIAL		TOTAL
PRIMER PISO	1439.790 m ²	1439.790 m ²	
ÁREA CONSTRUIDA		1439.790 m ²	1439.790 m ²
ÁREA TERRENO			32100.00 m ²
ÁREA LIBRE			30660.210 m ²
ÁREA OCUPADO			

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Tabla n.º 9, se observa que el área total del terreno es 32 100 m² y además de una área construida de 1439.79 m², también el área libre es de 30 660.210 m² que son la principales áreas que podemos reconocer en la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En lo que concierne a las máquinas equipos y herramientas los describimos en la siguiente tabla n.º 10, donde detallamos algunas especificaciones.

Tabla n.º 10: Cuadro de Descripción de Maquinaria, Equipos y Herramientas DINO S.R.L.

NOMBRE	MARCA	MODELO	CAPACIDAD MÁXIMA (MÍNIMA DIVICIÓN)	RANGO DE TRABAJO	
				Mínimo	Máximo
Planta Dosificadora	BETONMAC	.-----	.-----	.-----	.-----
Balanza de Plataforma de Camiones	de Metler Toledo	IND 780	80000 kg (10 kg)	.-	56000 kg
Tolva Balanza de Agregados	BETONMAC	No automática	3500 y 4000 kg (1 kg)	.-	3000 kg
Tolva Balanza de Cemento	BETONMAC	No automática	660 kg (1 kg)	300 kg	500 kg
Balanza de Aditivos	BETONMAC	No automática	8 kg (0.1 kg)	1 kg	8 kg
Flujómetro de Agua	BETONMAC	No automática	2000 L (1 L)	1 L	1600 L
Cargador Frontal	Caterpillar	.-----	.-----	.-----	.-----
Camión Mixer	Mack	.-----	.-----	.-----	.-----
Palana	Bellota	.-----	.-----	.-----	.-----
Comba	Stanley	.-----	.-----	.-----	.-----
Prensa hidráulica Serie Digital	ELE	ACCUTEK 350	150000 kgf	.-----	100000
Balanza Electrónica digital	Metler Toledo	SB 8001	8.1 kg (0.1 g)	0.02 kg	8 kg
Balanza Electrónica digital	Precisión	BL SIMPLEX	150 kg (0.02 kg)	1 kg	140 kg
Termómetro Digital	Hanna	CHECKTEMP	150 °C (0.1 °C)	10 °C	30 °C
Termohigrómetro	Radio Shack	63 - 1032	50 °C - HR 95%	15° C - 40%	35 °C - 80%
Penetrómetro	Wika	.-----	200 lb (2 lb)	20 lb	190 lb
Horno	Selecta	2001243	250 °C (1°C)	105 °C	115 °C
Calibrador Pie de Rey	Multitoyo	NE 12"	300 mm	0 mm	300 mm
Cono de Abrams	Gilson	.-----	.-----	.-----	.-----
Cono de Abrams	S/M	.-----	.-----	.-----	.-----
Cono de Abrams	ORION	.-----	.-----	.-----	.-----
Cono de Abrams	ELE	.-----	.-----	.-----	.-----
Wincha Metálica	Stanley	30 – 608	0 - 3m y 0 - 118"	1/4"	12"
Regla Metálica	VICTOR	.-----	0 - 60 m Y 0 - 24"	0 cm	60 cm
Moldes para Provetas de Concreto	ELE/ORION	.-----	.-----	.-----	.-----
Medidor de Aire del Concreto	GILSON	.-----	100%	0%	15%

MAQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

4.1.2. Proveedores

4.1.1.1 Sika

Especializada en la venta de productos químicos, Sika es líder en el desarrollo y producción de sistemas y productos para la unión, sellado, refuerzo y protección en las sectores de la construcción y la industria. A través de sus subsidiarias, Sika está presente en más de 90 países y fabrica sus productos en más de 160 plantas. Más de 17 000 empleados permiten que Sika alcance una facturación anual de más de 5 mil millones de francos suizos (CHF).



Figura n.º 10: Logo de la Empresa Sika.

Fuente: Empresa Sika.

Productos que proveen a la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L:

- **Sikament–290 N:** Es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleados como plastificante o superplastificante según la dosificación.

Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.

Tabla n.º 11: Descripción del Aditivo Sikament-290N.

		USO	CARACTERÍSTICAS
ADITIVO	Sikament 290N	Todo tipo de concretos fabricados en plantas concreteras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.	Aumento de las resistencias mecánicas, Terminación superficial de alta calidad y mayor adherencia a las armaduras.
		En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.	Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura y permite reducir hasta el 25% de agua de la mezcla.
		Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.	Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto, también facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
		Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.	Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras, además de la reducción de agua.

Fuente: Empresa Sika. Elaboración Propia.

- **Plastiment TM12:** Aditivo plastificante y retardante de fragua, exento de cloruros.

Tabla n.º 12: Descripción del Aditivo Sikament-TM12.

		USO
ADITIVO	Plastiment TM12	Vaciado del concreto en tiempo caluroso.
		Vaciado del concreto en grandes volúmenes.
		Evita juntas frías en faenas continuas
		Concreto premezclado
		Trasporte de concreto a largas distancias
		Concreto bombeado

Fuente: Empresa Sika. Elaboración Propia.

- **Sikament TM140:** Es un aditivo superplastificante, reductor de agua de alto poder y economizador de cemento. No contiene cloruros.

Tabla n.º 13: Descripción del Aditivo Sikament TM140.

		USO	CARACTERÍSTICAS
ADITIVO	Sikament TM140	Como Plastificante: Adicionándolo a una mezcla de consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y su bombeabilidad en elementos esbeltos densamente armados y en la construcción de estructuras civiles prefabricadas.	Como Plastificante: Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla, facilita el bombeo y colocación del concreto a mayores alturas y distancias más largas, disminuye el riesgo de cangrejas en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas y mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.
		Como Plastificante: Permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin alterar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo.	Como Plastificante: Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado ya que no retarda el fraguado del mismo en climas medios y fríos, evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido, disminuye los tiempos de vibrado del concreto y puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del pesado del cemento sin alterar la calidad.
		Como Superplastificante: Adicionándolo disuelto en la última porción del agua de amasado permite reducir, de acuerdo con la dosis usada, hasta un 30% del agua de la mezcla, consiguiéndose la misma trabajabilidad inicial y obteniéndose un incremento considerable de las resistencias a todas las edades.	Como Superplastificante: Aumenta la resistencia inicial del concreto hasta un 80% aproximadamente, incrementa la resistencia final del concreto en un 40% aproximadamente a los 28 días de edad y reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad.
		Como Superplastificante: Es ideal para la elaboración de prefabricados y concretos de altas resistencias finales. Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven incrementadas notablemente.	Como Superplastificante: Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo, reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica y finalmente brinda gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable.

Fuente: Empresa Sika. Elaboración Propia.

4.1.1.2 Río Cajamarquino

Es una de las canteras de Cajamarca que ofrece distintos tipos de agregado fino (arena) y grueso (grava) con un estándar de calidad aceptable.

El agregado fino (arena) presenta grano homogéneo, redondeado y se halla constituido principalmente de cuarzo, feldespato (sanidina y ortosa), ferro, magnesianos, arcilla oxidada, hornblenda, y, se halla perfectamente limpia, no contiene sustancias bituminosas.

El agregado grueso (grava), litológicamente se encuentra constituidas de fragmentos de rocas ígneas: tufos volcánicos, rocas sedimentarias, calizas, areniscas y arcillas, ferruginosas, de textura porfírica. Así mismo, presenta grano heterogéneo y forma redondeada.

4.1.1.3 Cementos Pacasmayo

Somos una de las empresas cementeras líderes en el Perú y nos caracterizamos, principalmente, por nuestro espíritu innovador y nuestra orientación al cliente. Asimismo, confiamos en que lograremos ser un actor central en el desarrollo económico de la región norte del Perú a través de nuestra constante búsqueda en mejorar las prácticas constructivas de los peruanos. Los 55 años de experiencia en el mercado, junto a nuestro experimentado equipo de profesionales, nuestros valores y cultura corporativa, nos dan la confianza para seguir liderando el mercado de cemento y materiales de construcción en el norte del Perú.



Figura n.º 11: Logo de la Empresa Cementos Pacasmayo.

Fuente: Empresa Cementos Pacasmayo.

Productos que proveen a la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L:

- **Cemento Tipo I:** Es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

Tabla n.º 14: Descripción del Cemento Tipo I.

		PROPIEDADES	APILACIONES
CEMENTO	Tipo I	Mayores resistencias.	Obras de concreto y concreto armado en general.
			Estructuras que requieran un rápido desencofrado.
		Menores tiempos de fraguado.	Concreto en clima frío y productos prefabricados.
			Pavimentos y cimentaciones.

Fuente: Empresa Cementos Pacasmayo. Elaboración Propia.

- **Cemento Anti salitre MS:** Es un cemento de resistencia moderada a los sulfatos de hidratación. Estas propiedades hacen que este cemento sea ideal para usarse en obras en ambientes y suelos húmedos salitrosos y para obras expuestas al agua de mar o al ataque moderado de sulfatos. Este cemento se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker y adiciones minerales, que generan estructuras menos permeables y con mayor resistencia química que protegen contra el salitre y los cloruros.

Tabla n.º 15: Descripción del Cemento Antisulfato MS.

		PROPIEDADES	APILACIONES
CEMENTO	MS	Moderada resistencia a los sulfatos.	Concreto con exposición moderada a los sulfatos.
		Resistencia al agua de mar.	Estructuras en contacto con ambientes y suelos húmedos salinosos.
		Moderado calor de hidratación.	Estructuras en ambiente marino.
		Baja reactividad con agregados álcali-reativos.	Concreto en clima cálido y obras portuarias.
			Estructuras de concreto masivo.
			Concreto compactado con rodillo.
		Obra con presencia de agregados reactivos.	
		Pavimentos y losas.	

Fuente: Empresa Cementos Pacasmayo. Elaboración Propia.

- **Cemento Tipo V:** Es un cemento de alta resistencia a los sulfatos, ideal para obras que estén expuestas al daño por sulfatos. Este cemento se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo V (con bajo contenido de aluminato tricálcico <5%) y yeso.

Tabla n.º 16: Descripción del Cemento Tipo V.

		PROPIEDADES	APILACIONES
CEMENTO	Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos.	Ideal para losas, tuberías y postes de concreto en contacto con suelos o aguas con alto contenido de sulfatos.
			Para cualquier estructura de concreto que requiera alta resistencia a los sulfatos.

Fuente: Empresa Cementos Pacasmayo. Elaboración Propia

4.1.3. Clientes

Los Clientes que son abastecidos por la Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L son:

Tabla n.º 17: Porcentaje de Producción Dirigido a Cada Cliente.

EMPRESA	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DIRIGIDO		
Minera Yanacocha S.R.L	70%		
Vásquez Distribuidora E.I.R.L	10%		
Consortio Santa Teresita	8%		
Hermanos Hurtiaga Contratistas S.RL	5%		
Establecimiento Celis S.R.L	3%		
Empresa Distribuidora Linares	2%		
Varios	2%		

CLIENTES

Fuente: Empresa Cementos Pacasmayo. Elaboración Propia.

Competencia

La principal y única competencia indirecta que tiene la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L es la empresa Quintana Concretos-Maquinaria-Construcción abasteciendo a un promedio del 15% de los mismos clientes.

Offering

Los productos que ofrece la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L al mercado de Cajamarca y sus alrededores son:

Concretos Convencionales

Los concretos convencionales son los que se utilizan con mayor frecuencia en la construcción. Los usos y aplicaciones de cada tipo varían según especificaciones de cada obra. Contamos con una amplia gama de concretos de este tipo para satisfacer los requerimientos de los diversos tipos de obras.

Tabla n.º 18 : Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.

CONCRETOS CONVENZIONALES	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES
 Normal	<p>Concreto de uso común en la construcción elaborado con agregados estrictamente seleccionados y aditivos que permiten obtener un producto perfectamente homogéneo y durable.</p>	<p>Estructuras de concreto más comunes: cimentaciones, columnas, muros, techos, pisos, veredas, entre otros.</p>
<p>Plastificado(bombeado)</p> 	<p>Concreto diseñado especialmente para que se lo impulse a presión a través de una tubería, lo que permite alcanzar grandes distancias horizontales y verticales.</p>	<p>Estructuras con difícil acceso y espacios limitados, Estructuras con distancias verticales y horizontales considerables y Elementos estructurales que requieran vaciarse con rapidez y eficiencia.</p>
<p>Superplastificado</p> 	<p>Concreto especialmente diseñado con una alta fluidez para facilitar su colocación en elementos que lo requieran.</p>	<p>Elementos con alta densidad de acero de refuerzo, Elementos esbeltos o de difícil acceso, Concretos arquitectónicos y Bombeo de concreto a gran altura.</p>
<p>Rheoplástico</p> 	<p>Concreto con un asentamiento mínimo de ocho pulgadas, lo que brinda excelentes características de maleabilidad al mantener la cohesión y evitar la segregación de los materiales.</p>	<p>Elementos que requieren gran velocidad de colocación con muy poco vibrado, Estructuras esbeltas, como columnas y muros de contención, Estructuras con gran concentración de armadura y Estructuras donde no se puede acceder con equipos de colocación.</p>
 Durable	<p>Concreto diseñado pensando en las condiciones de exposición y servicio de la obra. Por sus propiedades físico-químicas aumenta la vida útil de las estructuras.</p>	<p>Elementos expuestos a condiciones de deshielo y congelamiento, Elementos expuestos al ataque de sulfatos, Elementos que requieran baja permeabilidad y Elementos expuestos al ataque de ácidos.</p>
<p>Resistencia acelerada</p> 	<p>Concreto de baja relación agua-cemento que cumple con los requisitos de resistencia a edades tempranas a 3 o 7 días.</p>	<p>Elementos que se requieren desencofrar o poner en servicio a edades tempranas.</p>

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Concretos Especiales: Los concretos especiales son concretos para obras que requieren especificaciones muy particulares y de uso poco común.

Tabla n.º 19: Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.

CONCRETOS ESPECIALES	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES
<p>De alta resistencia</p> 	<p>Concreto de alto desempeño que soporta grandes cargas a nivel de flexión y compresión.</p>	<p>Elementos donde se reduce la sección por falta de espacio; Muros de rigidez y columnas en edificios de oficinas, departamentos, centros comerciales y otros; Elementos prefabricados; Bóvedas de seguridad y Sistemas de transporte pesado.</p>
<p>Autocompactante</p> 	<p>Concreto de alta fluidez sin segregación. Tiene la capacidad de llenar los encofrados encapsulando el refuerzo sin acción mecánica.</p>	<p>Estructuras prefabricadas, Estructuras pretensadas y postensadas, Elementos de gran longitud y profundidad, Elementos con alta densidad de acero y Columnas muy esbeltas, pilotes, silos.</p>
<p>Fluido</p> 	<p>Concreto con o sin agregado grueso de gran fluidez que puede colocarse en terraplenes, sub-bases y bases, así como utilizarse para rellenar zanjas o huecos de difícil acceso.</p>	<p>Bases y sub-bases para carreteras y pavimentos, Rellenos de zanjas, Rellenos de nichos de túneles y Nivelación de terrenos.</p>

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Concretos para Pavimentos: Los concretos para pavimentos están diseñados para trabajar a flexotracción y soportar esfuerzos de carga de distintos tipos de acuerdo a la característica de la obra.

Tabla n.º 20 : Descripción de los Productos que Ofrece la DINO SRL.

CONCRETOS PARA PAVIMENTOS	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES
Pavimentos urbanos	 <p>Concreto diseñado especialmente para pavimentos dentro de la ciudad que aporta durabilidad y resistencia, y es económico</p>	<p>Pavimentos en urbanizaciones, pistas, avenidas, óvalos, zonas de estacionamiento, entre otros.</p>
Pavimentos industriales	 <p>Concreto diseñado para la construcción de losas sobre terreno y pisos, de fácil colocación. Entre sus características principales se encuentra su alta resistencia a la flexión y a la abrasión</p>	<p>Pisos industriales como patios de maniobra, fábricas, centros logísticos, estacionamientos, pisos de centros comerciales y aeropuertos, entre otros.</p>
Pavimentos para carreteras	 <p>Este tipo de concretos es ideal para carreteras ya que su diseño permite resistir fuertes cargas de tránsito, dándole mayor durabilidad y un menor grado de mantenimiento que otros tipos de pavimentos.</p>	<p>Para todo tipo de carreteras tanto locales y regionales como internacionales.</p>

PRODUCTOS

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

4.2. Diagnóstico del Área de Estudio.

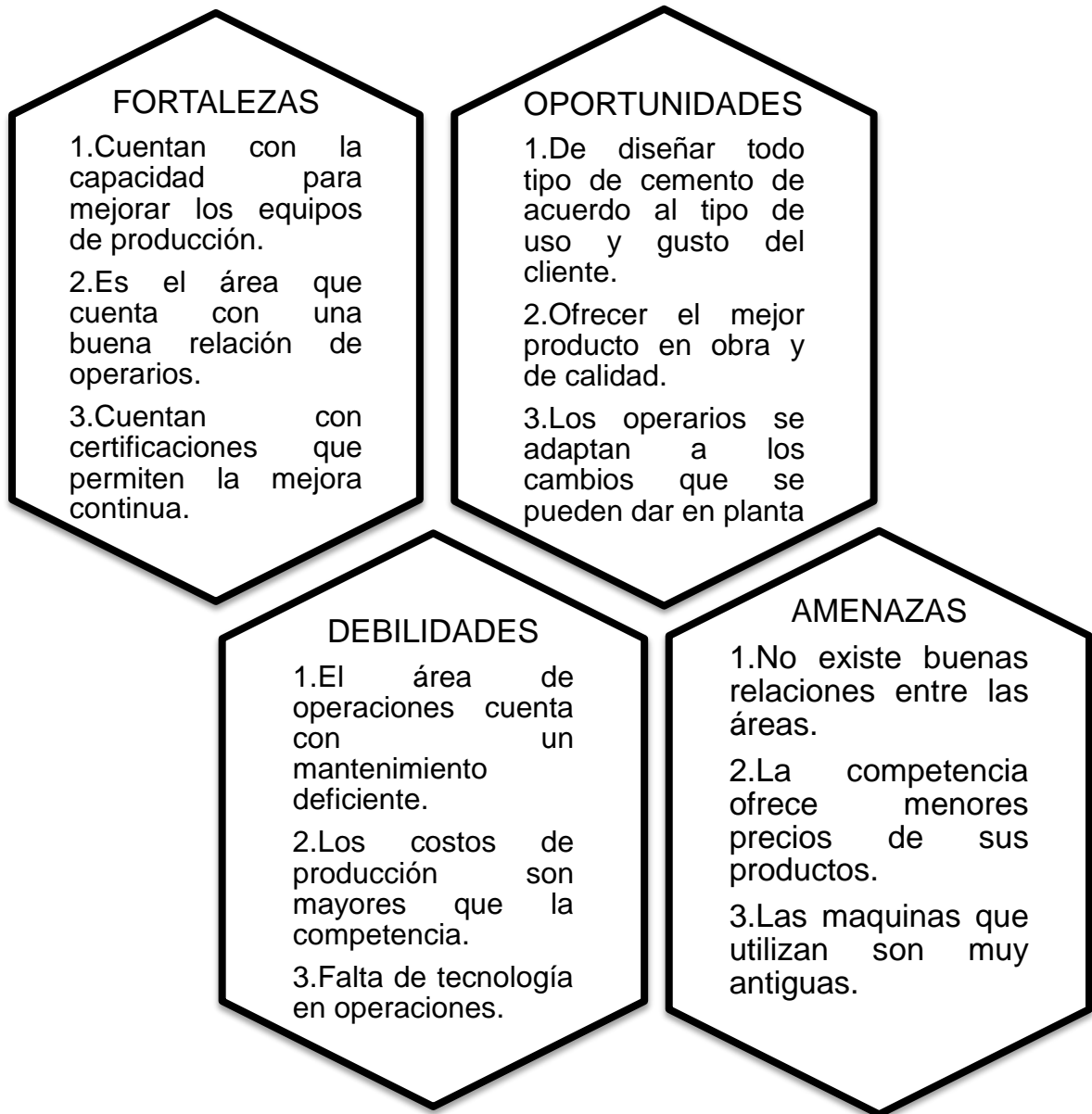


Figura n.º 12: Análisis FODA de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

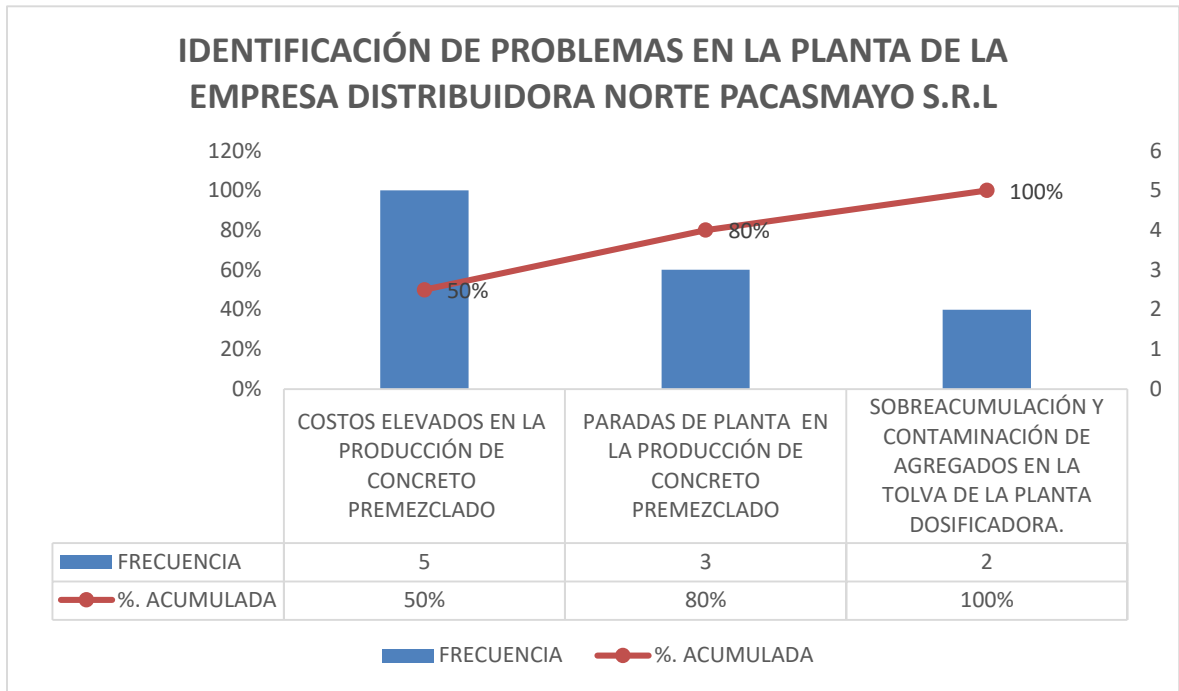


Figura n.º 13: Problemas que se presentan en la Planta de Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Figura 13. Muestra tres de los principales problemas encontrados en la planta el primero es los costos elevados en la producción de concreto premezclado, es el que tiene el porcentaje más alto y se considera como un problema de mayor frecuencia y a la vez que es el de mayor importancia en el área de Producción; en el segundo problema tenemos las paradas de planta en la producción de concreto premezclado en cuanto al nivel de importancia, ya que éste se relaciona directamente con el problema más relevante y también genera costos elevados en la producción de concreto premezclado.

Y por último tenemos el problema de sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva de la planta dosificadora que generan retrasos en la producción de la dosificación del concreto ya que se tiene que retirar esos agregados que no sirven en la formación del premezclado.

Tabla n.º 21 : Matriz Factis para Priorización del Problema.

CREITERIOS DE EVALUACIÓN	CRITERIOS	FACTORES DE EVALUCIÓN	PROBLEMAS		
			A	B	C
	FACILIDAD PARA SOLUCIONARLO				
F	1. MUY DIFICIL 3. DIFICIL 5. FACIL	4	3	3	3
	EL SOLUCIONARLO CONTRIBUYE A OTRAS ÁREAS				
A	1. NADA 3. ALGO 5. MUCHO	4	1	3	5
	MEJORA LA CALIDAD				
C	1. MUY POCO 3. REGULAR 5. SIGNIFICATIVAMENTE	3	3	1	3
	TIEMPO QUE IMPLICA SOLUCIONARLO				
T	1. MAYOR A 1 AÑO DE 3 A 6 MESES 2. DE 6 MESES A 1 AÑO 3.	3	3	3	2
	REQUIERE INVERSIÓN				
I	1. MUCHA 3. MEDIA 5. POCA	3	3	3	3
	MEJORA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL				
S	1. POCO 3. MEDIO 5. MUCHO	2	3	1	1
	PUNTAJE		35	47	58

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Tabla n.º 22 : Matriz Factis para Descripción de los Problemas y su Prioridad.

PROBLEMAS	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	PRIORIDAD
A:	SOBREACUMULACIÓN Y CONTAMINACION DE AGREGADOS EN LA TOLVA DE RECEPCIÓN DE AGREGADOS DE LA PLANTA DOSIFICADORA	35	4
B:	PARADAS DE PLANTA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO	47	2
C:	COSTOS ELEVADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO	58	1

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Según la Tabla n.º 21 y n.º 22, tenemos la priorización del problema a través de la matriz Factis para el cual hemos empleado varios criterios como por ejemplo C es el primer problema y el menos inusual en la producción de concreto premezclado como la sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva, B es las Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado el cual es importante en la producción y C es los Costos elevados de Producción de Concreto Premezclado, que es el problema con mayor frecuencia analizando la facilidad para solucionario, mejorarlo, tiempo, inversión y seguridad nos arroja como resultado 58. Así mismo los dos problemas menos frecuentes tienen una relación directa con el problema principal

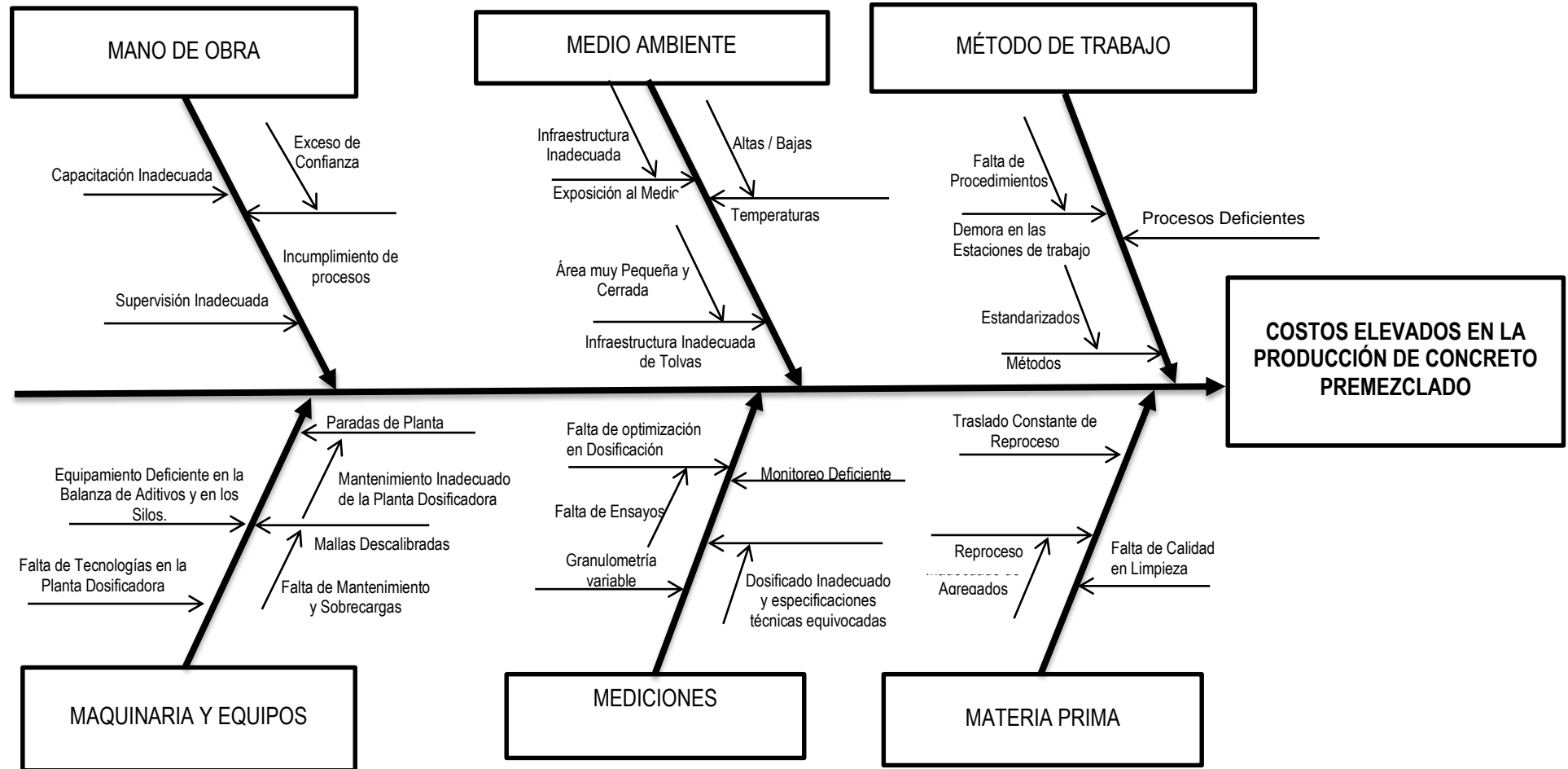


Figura n.º 14: Diagrama de Ishikawa del problema central en base a los efectos.

Fuente: Elaboración propia.

Para la Figura n° 14, según el diagrama de Ishikawa para determinar las principales causas de los costos elevados de la producción de concreto premezclado realizamos el análisis por las 6M. Según la Mano de obra se debe a la capacitación y supervisión inadecuada por parte de los encargados de las charlas: también debido a problemas de exceso de confianza por parte de los trabajadores de la empresa. Además en lo que concierne al Medio ambiente con las constantes variaciones en su temperatura es un poco tedioso administrar las temperaturas en los componentes del dosificado y la humedad afecta a los equipos de la planta dosificadora, asimismo la infraestructura para cierto tipo de almacenamiento de agregados no es la óptima por estar expuesta a contaminaciones que alteran las propiedades de los mismos. Por otro lado, los métodos de trabajo utilizados son muy deficientes por presentar demoras en estaciones de trabajo que hacen referencia a trabajos con falta de procedimientos o métodos no estandarizados de producción. Sobre las maquinarias y equipos existen mallas descalibradas que generan paso de material no útil para el proceso debido a sobrepesos y falta de mantenimiento, existe también un mantenimiento inadecuado de la planta dosificadora que no satisface las expectativas al momento de estar en plena operación la eficiencia de la planta ya mencionada teniendo que a veces dejar de producir por reparar la maquinaria. Las mediciones son de granulometría variable o a veces hay alteraciones del dosificado debido a malas especificaciones de medidas de principales materias primas o agregados y/o insumos. Sobre las materias primas a veces se tiene que hacer reproceso por alteraciones de tamaños de granos o por presencia de agentes contaminantes que alterarían el producto final, y de echo algunas veces reprocesos innecesarios.

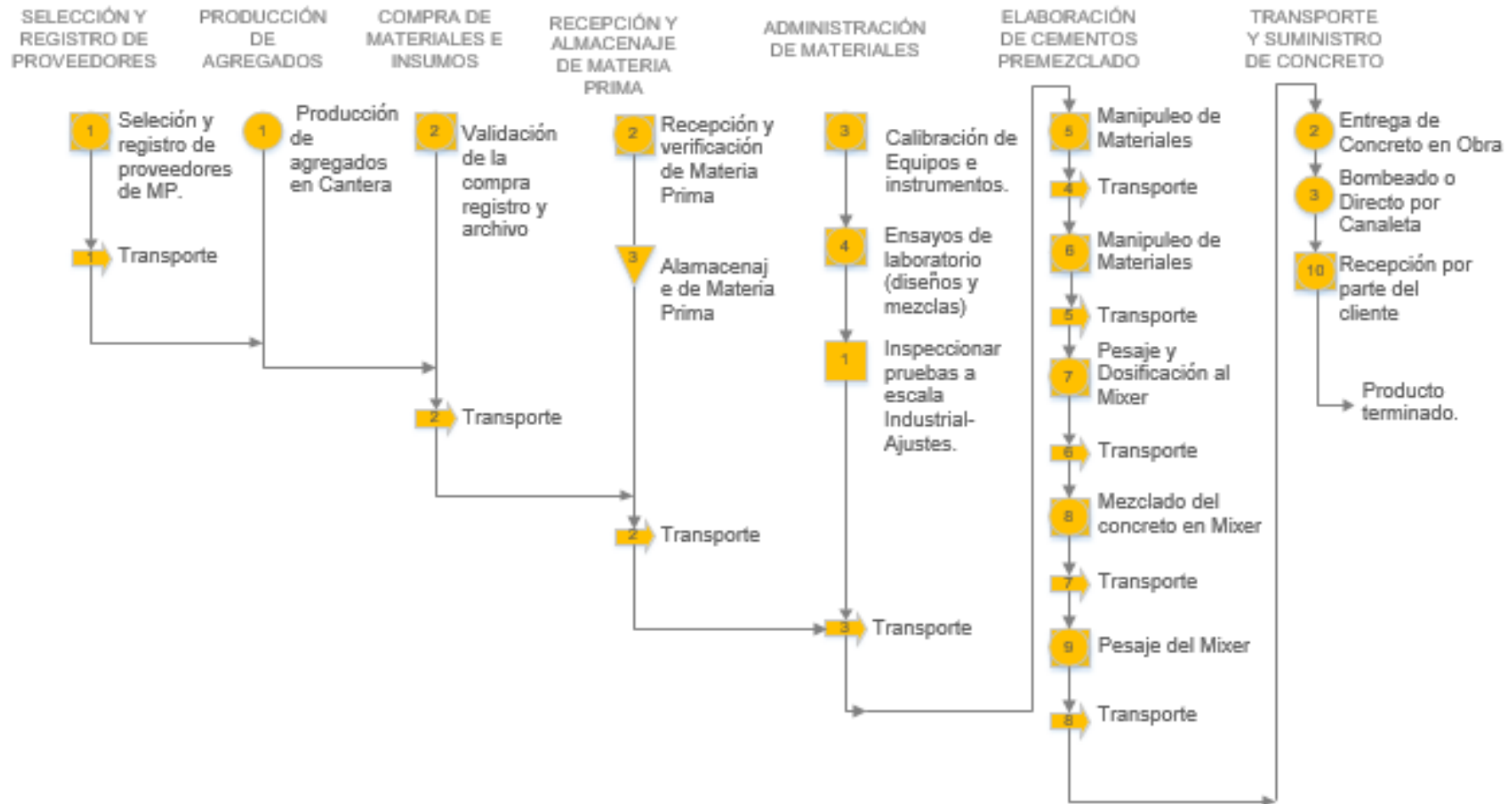


Figura n.º 15: Diagrama de Análisis de Operaciones de la Elaboración de concreto Premezclado en Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Según el análisis de la figura anterior, la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L nos muestra sus operaciones divididas en 7 áreas claras determinadas desde selección y registro de proveedores hasta el transporte y suministro de concreto. Se empieza con una selección de todos los proveedores y también de las cantidades necesarias de agregados que es la principal materia prima, luego viene la respectiva compra por parte de los clientes del concreto y la transacción perteneciente a la vez de validarlo, también se recepciona las materias primas y se verifica, después se calibra todos los equipos e instrumentos; a la vez luego de haberse comprobado algunas pruebas a escala pequeña del pedido ya registrado se empieza con la dosificación, que es la mezcla en la maquina Bentomatic del cemento, los agregados, los aditivos y el agua. Esta parte última se realiza en el camión mixer que realiza la mezcla en el cilindro giratorio hasta alcanzar las revoluciones respectivas para proceder a avanzar al pesado y registro de salida a Obra donde es entregado según la disponibilidad del cliente.

4.3. Resultados de Diagnóstico.

Tabla n.º 23 : Resultado de diagnóstico de la variable Independiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS
			Porcentaje de desperdicio de aditivos	
			$\left[\frac{0.2 \text{ litros / m}^3}{2.5 \text{ litros / m}^3} \right] 100\%$	% de desperdicio= 8% / m ³
Independiente: Operaciones. (Taylor, 1881)	Diseño y mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios.	PRODUCCIÓN	Tiempo de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas por cada m ³ de producción	Tiempo promedio de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas por cada m ³ de producción= 0.25 min / m ³
			$\frac{0.25 \text{ min}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}}$	
			Producción perdida por paradas de planta	Producción perdida por dejar de producir= 30 m ³ / hora
			30 m ³ / hora	
			Índice de prioridad de riesgos (IPR) de equipos de la planta.	IPR promedio de los equipos analizados= 134.5
			IPR	

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia

En la tabla anterior, mostramos el resultado del diagnóstico según la variable dependiente estos índices fueron calculados de acuerdo a la información brindada por la empresa y los datos generados son: primero tenemos que el porcentaje de desperdicio de aditivos es 8 %, segundo se observa que el tiempo de dosificado de aditivos con 2 bombas por cada m³ de producción es 0.25 min, tercero vemos que la producción perdida por dejar de producir en cada parada de planta es de 30 m³, y cuarto se observa que el Índice de Prioridad de Riesgo promedio de equipos de la planta es de 134.5.

Tabla n.º 24 : Resultado de diagnóstico de la variable Dependiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS
Dependiente: Costos de Producción. (Yermanos & Correa, 2011)	Cantidad desembolsada para comprar o producir un bien.	REPROCESO	$\frac{1067.32 \text{ soles al año}}{12 \text{ meses}}$	Costo por reproceso por cada parada de planta= 89 soles / mes
		FALLAS DE EQUIPOS	$\frac{3131.80 \text{ soles al año}}{4 \text{ al año}}$	Costo por falla de equipos en c/parada de planta (Producto desechado)= 783 soles / mes
		PROCESO	350 soles / mes	Costo imprevistos por cambio de repuestos y uso de insumos=350 soles / mes
	MATERIA PRIMAS E INSUMOS		Costo de producción	Costo de Producción por Cada m3 de Concreto Premezclado
			$\frac{\text{Costo de producción}}{\text{Concreto premezclado}}$	C210-MS-H57-A4 = S/. 177.73
				C210-MS-H67-A4 = S/. 185.80
				C210-MS-H57-A5 = S/. 180.82
			C210-MS-H67-A5 = S/. 184.97	
			C280-MS-H57-A4 = S/. 208.38	
			C280-MS-H57-A5 = S/. 208.00	
			C280-MS-H67-A5 = S/. 212.62	

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, mostramos el resultado del diagnóstico según la variable independiente estos índices también fueron calculados de acuerdo a la información brindada por la empresa y los datos generados son: primero tenemos que el costo por reproceso por cada parada de planta es de S/. 89 soles, segundo el costo por fallas de quipos en cada parada de planta S/. 783 soles, tercero vemos que el costo por cambio de repuestos y uso de insumos es de S/. 350 soles, cuarto vemos que el costo de producción por cada m³ de concreto premezclado varía de acuerdo al tipo de cemento.

4.4. Diseño de la Implementación de Mejora.

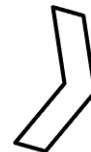
SELECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Procesamos la información obtenida mediante el uso de gráficos de presentación, diagramas de análisis como Pareto que prioriza los problemas más relevantes ;y con el Diagrama Ishikawa, se identifican a través de las 6M las principales causas que originan estos problemas y así poder determinar los procesos que se van a mejorar.



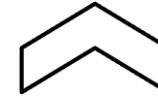
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PDCA

Se utilizará la metodología de mejora continua Ciclo de Deming (PDCA). Dentro de ella se utilizara la herramienta (AMFEC) Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad en la planta dosificadora Bentonmac para minimizar las paradas de planta que comprende: Descripción de la Instalación, definición del Objetivo y Alcance,determinación de Funciones,determinación de Modos de Fallo de Cada Función,determinación de Causas para cada Modo de Fallo, Determinación de las formas de Detección, determinación de los efectos sobre otros componentes y sobre el sistema,estimación de la frecuencia de fallo, la gravedad y la probabilidad de que el fallo sea detectado, cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR) para cada modo de fallo y causa, identificación de los modos de fallo más críticos y propuesta de medidas correctoras, esquema de la instalación mejorada, cálculo de los nuevos coeficientes F', G' y D' y el IPR' para cada medida correctora. Por otro lado se realizará la optimización de materias primas con ensayos de dosificación de agregados, cemento, agua y aditivos de los 7 productos con más demanda.



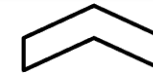
INSPECCIÓN DE EQUIPOS IMPLEMENTADOS

Se procedera a la verificación con herraminetas como el Check List y su correcto funcionamiento; además se evaluará en qué medida se logrará contribuir a la mejora de las operaciones en la planta de producción de concreto premezclado.



IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS A MEJORAR

Se implementará una unidad de mantenimiento FRL en la parte neumática de la planta, se acondicionará el suministro de aire en el silo de cemento y se realizará la conexión directa de tuberías de suministro en el dosificador de aditivos.



EVALUACIÓN DE EQUIPOS A MEJORAR

Se contemplá que es necesario la adquisición de una bomba para la dosificación de aditivos, el acople de un sistema automático para el control de las llaves de paso de aire del sistema neumático y la señalización por colores a las mangueras de recepción de cemento.

Figura n.º 16: Diseño de la propuesta de mejora. Fuente: Elaboración Propia.

Según se muestra en el análisis de la figura anterior, se presenta el resumen del diseño de la propuesta que se realizara para la mejora de las operaciones en el área de producción, estas etapas serán detallados mucho mejor a continuación:

4.4.1. Selección y Procesamiento de Información

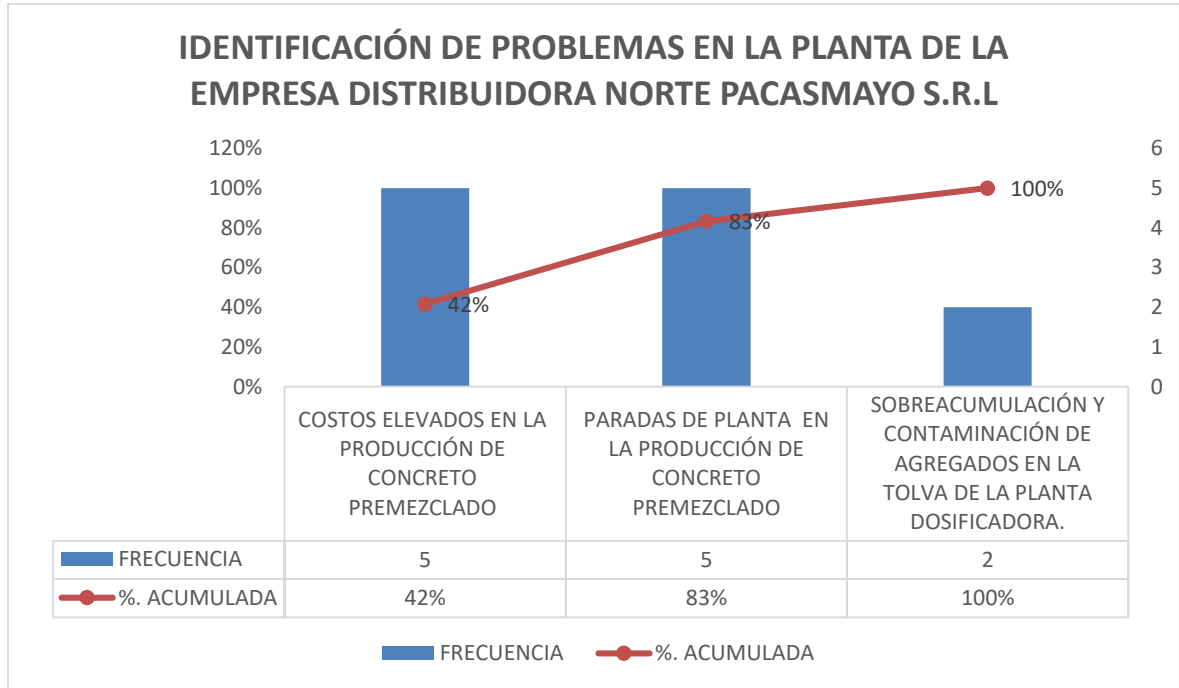


Figura n.º 17: Identificación de Problemas más relevantes en la Planta de DINO S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la figura n.º 17, se observa que los problemas más relevantes para la empresa son los Costos Elevados y las Paradas de Planta en la Producción de Concreto premezclado, el cual se clasificara y se procesara la información de los mismos.

En esta etapa se identifican los procesos productivos del área de estudio, una vez identificado se procede a la recopilación de la información que se necesita para el diseño de la propuesta. Así mismo, dicha recopilación de información empieza primero en la recepción de agregados a través de una malla, segundo en el transporte de agregados a través de una faja, tercero en la recepción de agregados en las tolvas y su respectivo pesado, cuarto dosificado de aditivos a través de las bombas y tuberías, quinto dosificado de cemento mediante los silos y tuberías, sexto abastecimiento de agua por tuberías, finalmente se recepción de concreto premezclado a los camiones mixer.

Para escoger una propuesta de mejora adecuada que dé solución a los problemas más críticos encontrados después de realizar el análisis del diagrama de Pareto en el proceso de elaboración de concreto premezclado se listarán herramientas de ingeniería que facilitarían la eliminación de dichas fallas. El ejercicio práctico se hará a partir de la cuantificación de dicha propuesta para compararla con la situación actual del proceso y determinar cuán positiva puede llegar a ser si es implementada por el departamento técnico.

Por otro lado, se detallara como se selecciona esta información en base a entrevistas y observación directa, ya que eso nos servirá para la evaluación del antes y el después de la mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, es decir, se procesara la información con el fin de lograr el objetivo de la propuesta.

Después del análisis de Pareto se determinó que los problemas más críticos que aumentan en grandes proporciones los costos de producción en las operaciones de concreto premezclado y que alteran considerablemente las actividades relacionadas con el proceso son:

- a) Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.

Para medir este problema se utilizó la técnica de entrevista mostrada a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla n.º 25: Obtención de medición del Problema.

PARADAS DE PLANTA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO		
Técnica	Entrevistado	Resultados
Entrevista	Jefe de Mantenimiento:	Según la entrevista realizada, la evidencia es testimonial y menciona lo siguiente: Otro de los principales problemas son las paradas de planta y los equipos más frecuentes que lo generan son:
	Jorge Minchan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fallas en el Eje Transportador de Cemento 2. Falla en la Bomba por el Aire de Compresión 3. Ruptura de Fajas 4. Fallas en las Balanzas

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

De acuerdo a la Tabla n.º 25, se realizó un análisis más profundo de las posibles causas que originan el problema de paradas de planta en la producción de concreto premezclado y se detalla a continuación con el diagrama Ishikawa.

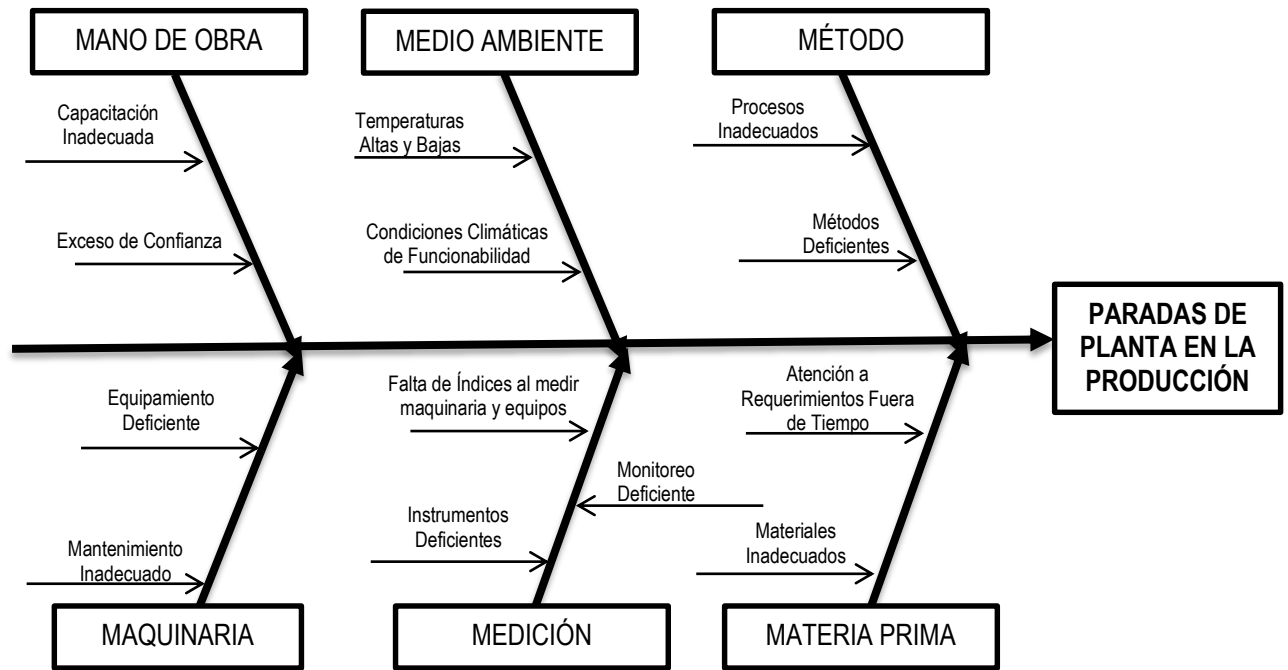


Figura n.º 18: Principales Causas de Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.

Fuente: Elaboración Propia.

Los factores que podrían estar ocasionando paradas de planta en la producción serían los que se detallan a través de las 6M:

- ✓ **Factor Mano de Obra:**
En lo que concierne a mano de obra las causas principales son la falta de capacitación del personal y el exceso de confianza en el mantenimiento.
- ✓ **Factor Medio Ambiente:**
Con respecto al medio ambiente las causas principales son las temperaturas altas o bajas afectando los sensores de la tolva en la planta, por otro lado, las condiciones climáticas de funcionabilidad genera fallas en las válvulas de la bomba de aire de la planta.
- ✓ **Factor Método:**
En lo que concierne al método las causas principales son los procesos inadecuados y métodos deficientes de mantenimiento.
- ✓ **Factor Maquinaria:**
Por parte de la maquinaria las causas principales son el mantenimiento inadecuado de los equipos de la planta y el equipamiento deficiente de la misma.

✓ **Factor Medición:**

En cuanto a la medición las causas principales son los instrumentos deficientes para mantenimiento, monitoreo deficiente y falta de índices al medir maquinaria y equipos en cuanto a los fallos que ocasionan las paradas de planta.

✓ **Factor Materia Prima:**

Con respecto a la materia prima que se utiliza en el mantenimiento para las paradas de planta las causas principales son los materiales inadecuados en cuanto a calidad y vida útil, así como la atención de requerimientos por parte de mantenimiento no se da en el tiempo que se desea o necesita.

b) Costos elevados en la Producción de Concreto Premezclado.

Para medir este problema se utilizó la técnica de entrevista mostrada a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla n.º 26 : Obtención de medición del Problema.

COSTOS ELEVADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO		
Técnica	Entrevistado	Resultados
Entrevista	Supervisor de Control de Calidad y Producción:	Según la entrevista realizada, la evidencia es testimonial y menciona lo siguiente: El problema principal de la planta son los costos elevados de producción a comparación de las plantas de producción de la misma empresa, entre ellos se tiene:
	Ing. Fernando Salazar Alcántara	<hr/> 1. Costo de agregados <hr/> 2. Costo de agua <hr/> 3. Costo de cemento <hr/> 4. Costo de Aditivos

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

De acuerdo a la Tabla n.º 26, se realizó un análisis más profundo de las posibles causas que originan el problema de los costos elevados en la producción de concreto premezclado y se detalla a continuación con el diagrama Ishikawa.

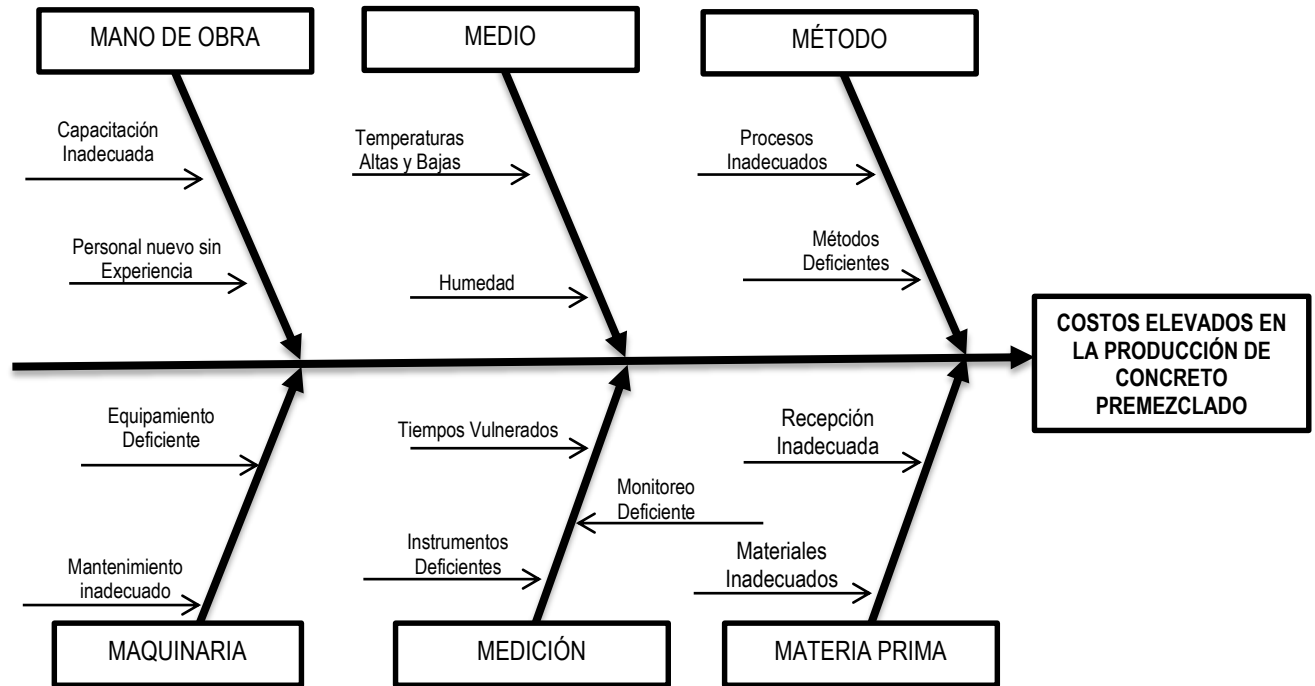


Figura n.º 19: Principales Causas que Ocasionan Costos Elevados en la Producción.

Fuente: Elaboración Propia.

- ✓ **Mano de Obra.** La capacitación es Inadecuada en la forma de que al realizar las tareas no las ejecutan de la manera correcta. También hay personal nuevo que está empezando a conocer y tener en cuenta los procedimientos correctos de manera que no son eficaces en el desarrollo de las actividades.
- ✓ **Métodos.** Los procesos son inadecuados ya que lo operarios no los utilizan como están definidos de la manera más clara y en algunos de ellos hay métodos deficientes utilizados por cada operario.
- ✓ **Maquinaria.** El mantenimiento es desarrollado pero no satisface las necesidades exigentes en el campo de acción, además el equipamiento es deficiente ya que no ayuda a cumplir con la capacidad programada por fallas en las operaciones.
- ✓ **Material.** Existe una recepción inadecuada y acarreo de las materias primas en algunas veces las cuales algunas veces influyen en el producto final. También hay una limpieza no óptima en gran parte de los agregados.
- ✓ **Mediciones.** No hay ningún tipo de medición apropiada de tiempos para ver el control correcto de acumulación de agregados y producto final además existe descalibración de los instrumentos de control de estos en su llenado a la tolva de agregados de la planta dosificadora.
- ✓ **Medio Ambiente.** Las temperaturas afectan ya que por la humedad de los agregados no permite la lectura correcta de los sensores de proximidad en la tolva y también por las condiciones climáticas como la lluvia afecta a los materiales.

4.4.2. Aplicación de la Metodología PDCA

En esta etapa se procede a utilizar el Ciclo PDCA para implementar la mejora de las operaciones en el área de producción, dicha metodología lo describimos a continuación:

Ciclo PDCA

Este ciclo es un diagrama de flujo para aprender y para mejorar un producto o un proceso. El nombre del Ciclo PDCA (o PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés "Plan, Do, Check, Act". El Ciclo PDCA es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua.

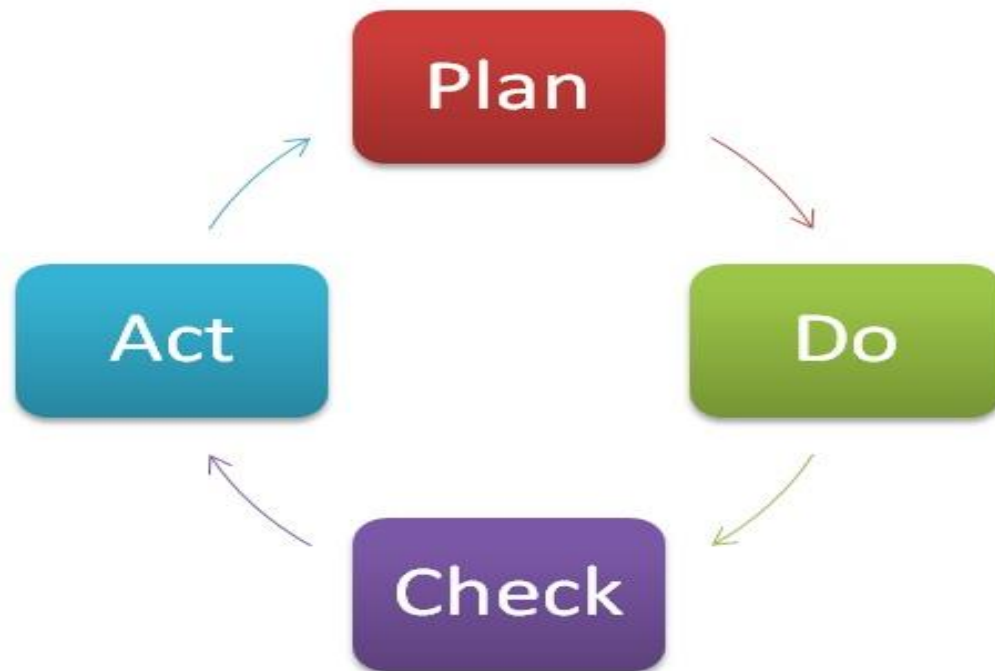


Figura n.º 20: Ciclo PDCA.

Fuente: W. Edwards Deming, La Nueva Economía para la Industria, el gobierno y la educación, Madrid; 1994.

El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones. (W. Edwards Deming, 1994).

Planear.

Para poder planificar las posibles soluciones a los problemas encontrados en la planta de producción se pueden utilizar varias herramientas para gestionar los procesos que se va a realizar y entre ellos tenemos:

En lo que concierne a los problemas de Paradas de Planta y Sobreacumulación de agregados en las tolvas dosificadoras se planteara la siguiente herramienta:

Método de Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad (AMFEC)

El análisis modal de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo. Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. Para implementar este sistema debemos seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Descripción de la Instalación.

Paso 2. Definición del Objetivo y Alcance.

Paso 3. Determinación de Funciones.

Paso 4. Determinación de Modos de Fallo de Cada Función.

Paso 5. Determinación de Causas para cada Modo de Fallo.

Paso 6. Determinación de las formas de Detección.

Paso 7. Determinación de los efectos sobre otros componentes y sobre el sistema.

Paso 8. Estimación de la frecuencia de fallo, la gravedad y la probabilidad de que el fallo sea detectado.

Paso 9. Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR) para cada modo de fallo y causa.

Paso 10. Identificación de los modos de fallo más críticos y propuesta de medidas correctoras.

Paso 11. Esquema de la instalación mejorada

Paso 12. Cálculo de los nuevos coeficientes F' , G' y D' y el IPR' para cada medida correctora.

También en el problema principal de los costos elevados en la producción de concreto premezclado de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo se hará un análisis de costos directos.

Para ello se tendrá en cuenta el análisis de los siete productos más demandados en la producción histórica anual. A continuación los presentamos:

- C210-MS-H57-A4
- C210-MS-H67-A4
- C210-MS-H57-A5
- C210-MS-H67-A5
- C280-MS-H57-A4
- C280-MS-H57-A5
- C280-MS-H67-A5

Optimización de Materias Primas e Insumos.

Además para lograr optimizar estos costos se realizara la optimización de materias primas e insumos; para ello se seguirán los siguientes pasos:

- Primero se realizara un ensayo en control de calidad para determinar el contenido de humedad de agregados y % de finos que pasan el tamiz N° 200 según NTP 339.185. y NTP 400.018 respectivamente.
Este ensayo consiste en Tomar varias muestras del agregado que se recepciona; luego se determina su peso húmedo, peso seco, peso de agua, peso de muestra seca lavada y peso perdido por lavado; seguidamente se determina el contenido de humedad, porcentaje de finos que pasan el tamiz número 200; por último se determina la diferencia respecto al ensayo vigente y se hace una observación de si se debe ajustar la dosificación o no.
- Segundo se analizara a través de 2 ensayos en el área de laboratorio de control de calidad la granulometría global de los agregados.
Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje que pasan por los distintos tipos de tamiz y el porcentaje de participación individual de los tipos de agregados que se van a dosificar.
- Tercero se determinara el porcentaje de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para los dos tipos de agregados (H57 y H67).

Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos “e” en el tipo de concreto.

- Cuarto se realizara un cuadro resumen de los módulos de finura, su reducción que se obtendrá por cada tipo de concreto y su respectivo costeo. Este último paso consiste en hacer un resumen detallando el tipo de agregado, los módulos de finura aceptados y los actuales, la diferencia que hay entre ellos, y finalmente el costo que se logró optimizar.

Además se adquirirán algunos equipos y herramientas para mejorar las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, ya que existen varios equipos que tienen una variación significativa en el proceso productivo. Los equipos a adquirir serían los siguientes:

- Una Bomba (En el suministro de aditivos actualmente existen solo 2 y contamos con 3 aditivos más utilizados).
- Reconstrucción de la malla de recepción de agregados (Idealmente es de material de Fierro sin ninguna aleación sería lo mejor mejorarla con un acero aleado).
- La calibración de la balanza de aditivos no es la adecuada, se equipara con una balanza automática de calibración.

Luego, se instalaran los equipos. Una vez definidos los equipos que se desean adquirir en el área de producción de concreto premezclado, se evaluara su correcto funcionamiento en la Planta Dosificadora.

Hacer.

Para poder planificar las posibles soluciones a los problemas encontrados en la planta de producción se pueden utilizar varias herramientas para gestionar los procesos que se va a realizar y entre ellos tenemos:

En lo que concierne a los problemas de Paradas de Planta se planteara la siguiente herramienta:

Método de Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad (AMFE): El análisis modal de fallos y efectos con criticidad (AMFE) es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo.

Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. Para implementar este sistema debemos seguir los siguientes pasos:

- Paso 1. Descripción de la Instalación.
- Paso 2. Definición del Objetivo y Alcance.
- Paso 3. Determinación de Funciones.
- Paso 4. Determinación de Modos de Fallo de Cada Función.
- Paso 5. Determinación de Causas para cada Modo de Fallo.
- Paso 6. Determinación de las formas de Detección.
- Paso 7. Determinación de los efectos sobre otros componentes y sobre el sistema.
- Paso 8. Estimación de la frecuencia de fallo, la gravedad y la probabilidad de que el fallo sea detectado.
- Paso 9. Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR) para cada modo de fallo y causa.
- Paso 10. Identificación de los modos de fallo más críticos y propuesta de medidas correctoras.
- Paso 11. Esquema de la instalación mejorada
- Paso 12. Cálculo de los nuevos coeficientes F' , G' y D' y el IPR' para cada medida correctora.

En cuanto a los ensayos de optimización de materias primas (agregados, cemento y agua) e insumos (aditivos) se realizarán en el periodo de 3 meses, de la siguiente manera:

- Primero se realizará un ensayo en control de calidad para determinar el contenido de humedad de agregados y % de finos que pasan el tamiz N°200 según NTP 339.185. y NTP 400.018 respectivamente.

Se harán varias muestras del agregado que se recibe; luego se determina su peso húmedo, peso seco, peso de agua, peso de muestra seca lavada y peso perdido por lavado; seguidamente se determina el contenido de humedad, porcentaje de finos que pasan el tamiz número 200 caso de no pasar se hará el análisis de Azul de Metileno; por último se determina la diferencia respecto al ensayo vigente y se hace una observación de si se debe ajustar la dosificación o no sabiendo que los parámetros para ello son debidos a que no debe pasar ≤ 0.4 de la diferencia con la muestra anterior; y por último se harán las pruebas en laboratorio del equivalente de arena según NTP 339.146/ASTM D2419 para determinar el % de material adecuado a utilizar para dosificar el

concreto ya sea relleno de 65%-75% o para una estructura como <75% según requerimiento del cliente.

- Segundo se hará el análisis a través de 2 ensayos en el área de laboratorio de control de calidad la granulometría global de los agregados H57 Y H67.

Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje que pasan por los distintos tipos de tamiz y el porcentaje de participación individual de los tipos de agregados que se van a dosificar de acuerdo al tipo de suministro ya sea bombeado o aplicación directa.

- Tercero se determinara el porcentaje de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para los dos tipos de agregados (H57 y H67).

Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos "e" en el tipo de concreto que por cierto debe de tenerse en cuenta de ajustarse al mejor nivel de error y con un mayor coeficiente de correlación.

- Cuarto se realizara un cuadro resumen de los módulos de finura, su reducción que se obtendrá por cada tipo de concreto (insumos y materias primas) y su respectivo costeo. Este último paso consiste en hacer un resumen detallando el tipo de agregado, los módulos de finura aceptados y los actuales, la diferencia que hay entre ellos, y finalmente el costo que se logró optimizar. Además de hacer la comparación respectiva entre el modulo actual y modulo anterior sabiendo que no debe sobrepasar el ± 0.20 .

Controlar o Verificar.

Una vez ya implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar el funcionamiento correcto. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales se tendrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

Las Herramientas que aplicamos para la evaluación y control son:

- Check-List. Es una herramienta para la recopilación y el análisis de la información, En control estadístico se utiliza para comprobar constantemente si se han recabado los datos solicitados, por ejemplo: nosotros lo utilizaríamos para medir las ocurrencias de defectos en un periodo determinado de tiempo de las mejoras implantadas en la planta dosificadora. De acuerdo a ello se pasaría a un análisis a través de un histograma.
- Histograma. Muestran gráficamente la frecuencia o número de datos que caen dentro de rangos predeterminados.

Lo utilizaríamos para ver las variaciones significativas de los procesos del antes y del después de la implementación de la mejora. Y si la variación no es tan significativa recurriríamos a un diagrama de Pareto.

- Diagrama de Pareto. Sirve para encontrar las causas que expliquen el 80 % de los problemas. En este caso si es que los problemas persisten en la mejora ocasionados por el 20% de sus causas entonces recurriríamos a un análisis Ishikawa.
- Diagrama de Ishikawa. Se utiliza para analizar cuáles son las causas por las que no se está logrando un resultado planeado. En este caso lo analizaríamos si es que el diagrama de Pareto nos muestra la persistencia de los problemas en planta sobre evidenciados.

Actuar.

Por último, una vez finalizado la implementación de las herramientas de mejora se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se dejara la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar.

4.4.3. Evaluación de Equipos a Mejorar

En este paso se evaluara que equipos se van a mejorar, los equipos que se van a mejorar es debido a los problemas que generan en la producción y en la variación del concreto premezclado. A continuación detallamos los equipos a mejorar en el área de producción:

- Se adquirirá una unidad de mantenimiento (FRL), para evitar impurezas, filtración de agua y filtración de humedad en el sistema neumático de la planta dosificadora Bentonmac. Esto de acuerdo al análisis AMFEC anterior.
- Se cambiará la posición del suministro de aire a una distancia mucho más cercana del gusano de carga de cemento, este cambio mejora la fluidez del cemento para su dosificado. Esto se implementará de acuerdo al análisis AMFEC.
- Se mejorará una conexión directa en los suministros de aditivos (Actualmente existen solo 2 y contamos con 3 aditivos más utilizados).

4.4.4. Implementación de Equipos

Este paso se realizara una vez evaluados los equipos que se van a mejorar, se procederá a la implementación de las mejoras de dichos equipos en la planta dosificadora de concreto premezclado, esta implementación tomara un tiempo de 3 meses una vez aprobado por la alta directiva.

4.4.5. Inspección de Equipos Implementados

Esta actividad se realizara una vez definidos los equipos que se implementaran en el área de producción de concreto premezclado, se verificara su correcto funcionamiento y en qué medida lograra contribuir a la mejora de las operaciones en la planta de producción de concreto premezclado.

4.5. Desarrollo de la Propuesta de Mejora.

4.5.1. Selección y Procesamiento de Información

En esta etapa se identifican los procesos productivos del área de estudio, una vez identificado se procede a la recopilación de la información que se necesita para el diseño de la propuesta. Así mismo, dicha recopilación de información empieza primero en la recepción de agregados a través de una malla, segundo en el transporte de agregados a través de una faja, tercero en la recepción de agregados en las tolvas y su respectivo pesado, cuarto dosificado de aditivos a través de las bombas y tuberías, quinto dosificado de cemento mediante los silos y tuberías, sexto abastecimiento de agua por tuberías, finalmente se recepción de concreto premezclado a los camiones mixer.

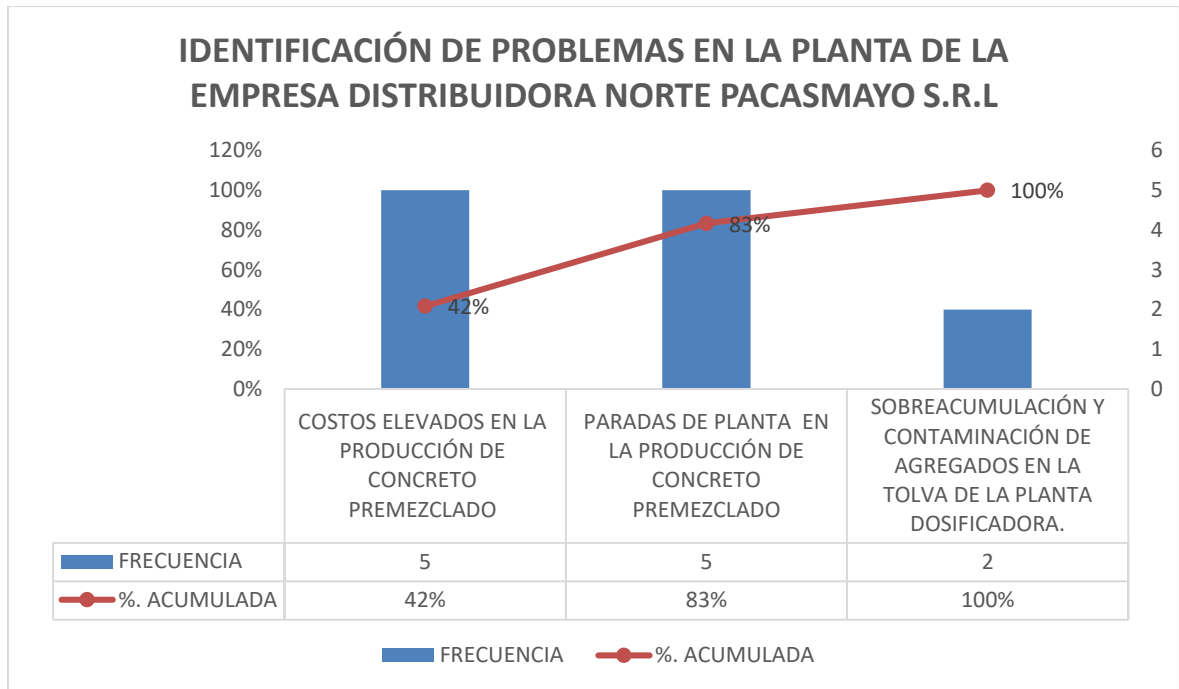


Figura n.º 21: Identificación de Problemas más relevantes en la Planta de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la figura n.º 21, se observa que los problemas más relevantes para la empresa son los Costos Elevados y las Paradas de Planta en la Producción de Concreto premezclado, el cual se clasificara y se procesara la información de los mismos.

Para escoger una propuesta de mejora adecuada que dé solución a los problemas más críticos encontrados después de realizar el análisis del diagrama de Pareto en el proceso de elaboración de concreto premezclado se listarán herramientas de ingeniería que facilitarían la eliminación de dichas fallas. El ejercicio práctico se hará a partir de la cuantificación de dicha propuesta para compararla con la situación actual del proceso y determinar cuán positiva puede llegar a ser si es implementada por el departamento técnico.

Por otro lado, se detallara como se selecciona esta información en base a entrevistas y Observación directa, ya que eso nos servirá para la evaluación del antes y el después de la mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, es decir, se procesara la información con el fin de lograr el objetivo de la propuesta.

Después del análisis de Pareto se determinó que los problemas más críticos que aumentan en grandes proporciones los costos de producción en las operaciones de concreto premezclado y que alteran considerablemente las actividades relacionadas con el proceso son:

a) Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.

Para medir este problema se utilizó la técnica de entrevista mostrada a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla n.º 27: Obtención de medición del Problema.

PARADAS DE PLANTA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO		
Técnica	Entrevistado	Resultados
Entrevista	Jefe de Mantenimiento:	Según la entrevista realizada, la evidencia es testimonial y menciona lo siguiente:
	Jorge Minchan	Otro de los principales problemas son las paradas de planta y los equipos más frecuentes que lo generan son: <hr/> 1. Fallas en el Eje Transportador de Cemento <hr/> 2. Falla en la Bomba por el Aire de Compresión <hr/> 3. Ruptura de Fajas <hr/> 4. Fallas en las Balanzas

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

De acuerdo a la tabla anterior, se realizó un análisis más profundo de las posibles causas que originan el problema de paradas de planta en la producción y se detalla a continuación con el diagrama Ishikawa.

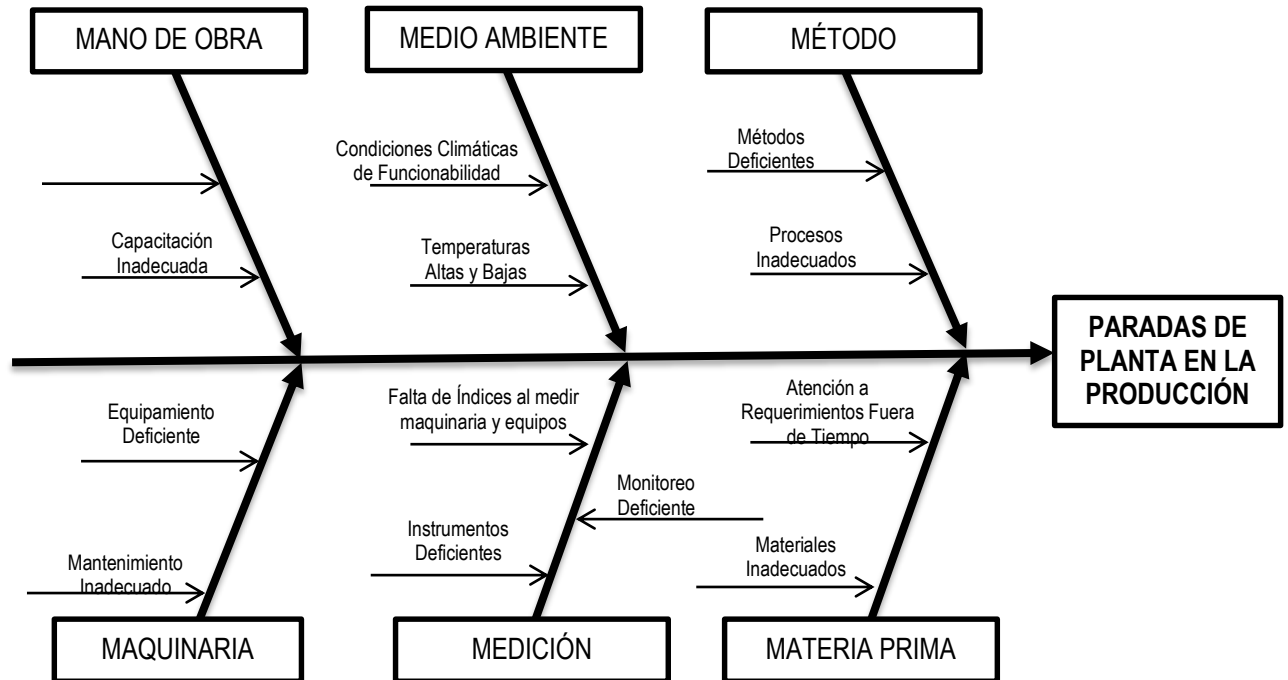


Figura n.º 22: Principales Causas de Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.

Fuente: Elaboración Propia.

Los factores que podrían estar ocasionando paradas de planta en la producción serían los que se detallan a través de las 6M:

✓ **Factor Mano de Obra:**

En lo que concierne a mano de obra las causas principales son la falta de capacitación del personal y el exceso de confianza en el mantenimiento.

✓ **Factor Medio Ambiente:**

Con respecto al medio ambiente las causas principales son las temperaturas altas o bajas afectando los sensores de la tolva en la planta, por otro lado, las condiciones climáticas de funcionabilidad genera fallas en las válvulas de la bomba de aire de la planta.

✓ **Factor Método:**

En lo que concierne al método las causas principales son los procesos inadecuados y métodos deficientes de mantenimiento.

✓ **Factor Maquinaria:**

Por parte de la maquinaria las causas principales son el mantenimiento inadecuado de los equipos de la planta y el equipamiento deficiente de la misma.

✓ **Factor Medición:**

En cuanto a la medición las causas principales son los instrumentos deficientes para mantenimiento, monitoreo deficiente y falta de índices al medir maquinaria y equipos en cuanto a los fallos que ocasionan las paradas de planta.

✓ **Factor Materia Prima:**

Con respecto a la materia prima que se utiliza en el mantenimiento para las paradas de planta las causas principales son los materiales inadecuados en cuanto a calidad y vida útil, así como la atención de requerimientos por parte de mantenimiento no se da en el tiempo que se desea o necesita.

A continuación se detalla los costos incurridos debido a este problema:

Tabla n.º 28 : Costos de Reprocesos de Concreto Premezclado en la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

DATOS GENERALES			REPROCESO		EVALUACIÓN								
Nº	FECHA	Concreto	Volumen (m3)	Materiales	Cantidad	Parámetro Incumplido	Resultado Inicial	Resultado Reprocesado	Destino del Producto	Final Causa	Acción Correctiva / Corrección	Costo (S/.)	
1	6-jul	C210-MS-H67-A5	4.0	Cemento MS	220 kg	Asentamiento	9 1/4"	7 1/2"	Residencial Jorge	San (mismo cliente)	Falla en el sensor de humedad	Reprocesado con 220 kg de cemento	82.4
				Sikament TM140	10.0 kg	Asentamiento							42.0
3	3-sep	C30MPa-MS-H57-A5	7.5	Cemento MS	484 kg						Inicialmente el operador José Burgos descargó el concreto con normalidad en obra, bajando a planta para dar otra vuelta descargando el agua al tanque, sin embargo relevó con otro operador Juan Carlos Espinoza quien al momento de llegar a planta se le consultó si tenía agua en el mixer, dando la respuesta de que no, posterior al carguío se evaluó el concreto, y el operador reacomodo su respuesta indicando de que no estaba seguro.		181.3
				Huso 57	944 kg	Asentamiento	Fluido (slump medible)	no Slump 8 1/2"	Planta de Tratamiento Quinua	La (mismo punto)		Reproceso con 1 m3	23.7
				Arena 2	763 kg								26.3
TOTAL												355.772	

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

Tabla n.º 29: Costos por Fallas de Concreto Premezclado en la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

DATOS GENERALES			EVALUACIÓN								Precio del Concreto	Costo (S/.)
Nº	FECHA	Cliente	Concreto	Volúmen (m3)	Descripción	Requisito Incumplido	Resultado	Causa	Destino Final del Producto	Tratamiento a Seguir		
1	26-ago	OBRAS DE INGENIERIA SA	C30MPa-MS-H57-A5	2.6	Producto no Conforme en Planta, falla en rodaduras del gusano de cemento, se tuvo que descartar material debido a que no sabía la cantidad exacta de cemento ingresado, y por tener más de 45 minutos esperando con aditivo Sika aer	Performance del concreto	Carguío conforme	No rodaduras del gusano, atoro en balanza	Desechado	<input type="checkbox"/> REPROCESO <input type="checkbox"/> RECLASIFICACIÓN PARA USOS ALTERNATIVOS <input checked="" type="checkbox"/> DESECHADO <input type="checkbox"/> ACEPTACIÓN POR PERSONAL AUTORIZADO <input type="checkbox"/> ACEPTACIÓN POR CONCESIÓN DEL CLIENTE	243	619
2	28-ago	OBRAS DE INGENIERIA SA	C30MPa-MS-H57-A5	7.5	Concreto rechazado en obra por falta de slump, salió de planta a las 7:30 am, llegó a obra a las 9:30 am y comenzó a descargar a las 11:15 am, obteniendo como resultado 1 1/2" (mínimo 2 1/2").	Asentamiento	Rechazo obra	de Tiempo de espera alto	Desechado	<input type="checkbox"/> REPROCESO <input type="checkbox"/> RECLASIFICACIÓN PARA USOS ALTERNATIVOS <input checked="" type="checkbox"/> DESECHADO <input type="checkbox"/> ACEPTACIÓN POR PERSONAL AUTORIZADO <input type="checkbox"/> ACEPTACIÓN POR CONCESIÓN DEL CLIENTE	335	2513
TOTAL												S/. 3,131.39

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

Tabla n.º 30 : Resumen de los Costos Incurridos por Parada de Planta en Producción.

COSTOS POR PARADA DE PLANTA	
TIPO	COSTO MENSUAL
COSTOS POR REPROCESO	S/. 88.94
COSTOS POR DESPERDICIO DE ADITIVOS	S/. 0.56
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 782.82
COSTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 350.00
TIPO	COSTO ANUAL
COSTO DE PRODUCCIÓN PERDIDA (ANUAL)	S/. 37,800.00
TOTAL	S/. 39,022.32

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

En la Tabla n.º 30, se muestra el resumen de los costos que generan cada parada de planta imprevista en plena producción; primero se observa los costos por reprocesos, es decir, que los equipos que generan estas paradas de planta incurren directamente en la calidad del producto terminado ocasionando el reproceso del mismo y generando un costo promedio mensual de S/. 88.94 Nuevos Soles mensuales; segundo se observa los costos por fallas de equipos, es decir, que estas fallas de los equipos generan el descarte del producto termina por su calidad inadecuada y generando un costo de S/. 782.82 Nuevos Soles mensuales; tercero se observa los costos por cambio de repuestos y uso de insumos en el mantenimiento por cada acción correctiva debido a parada de planta con un monto promedio de S/. 350 Nuevos soles mensuales, y por último se muestra el costo de producción perdida en el caso de que la producción sea continua y se generen paradas de plantas con un monto promedio de S/. 18,900.00 Nuevos Soles mensual.

b) Costos elevados en la Producción de Concreto Premezclado.

Para medir este problema se utilizó la técnica de entrevista mostrada a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla n.º 31 : Obtención de medición del Problema.

COSTOS ELEVADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO		
Técnica	Entrevistado	Resultados
Entrevista	Supervisor de Control de Calidad y Producción: Ing. Fernando Salazar Alcántara	Según la entrevista realizada, la evidencia es testimonial y menciona lo siguiente: El problema principal de la planta son los costos elevados de producción a comparación de las plantas de producción de la misma empresa, entre ellos se tiene: 1. Costo de agregados 2. Costo de agua 3. Costo de cemento 4. Costo de Aditivos

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

De acuerdo a la tabla n.º 31, se realizó un análisis más profundo de las posibles causas que originan el problema de los costos elevados en la producción de concreto premezclado y se detalla a continuación con el diagrama Ishikawa.

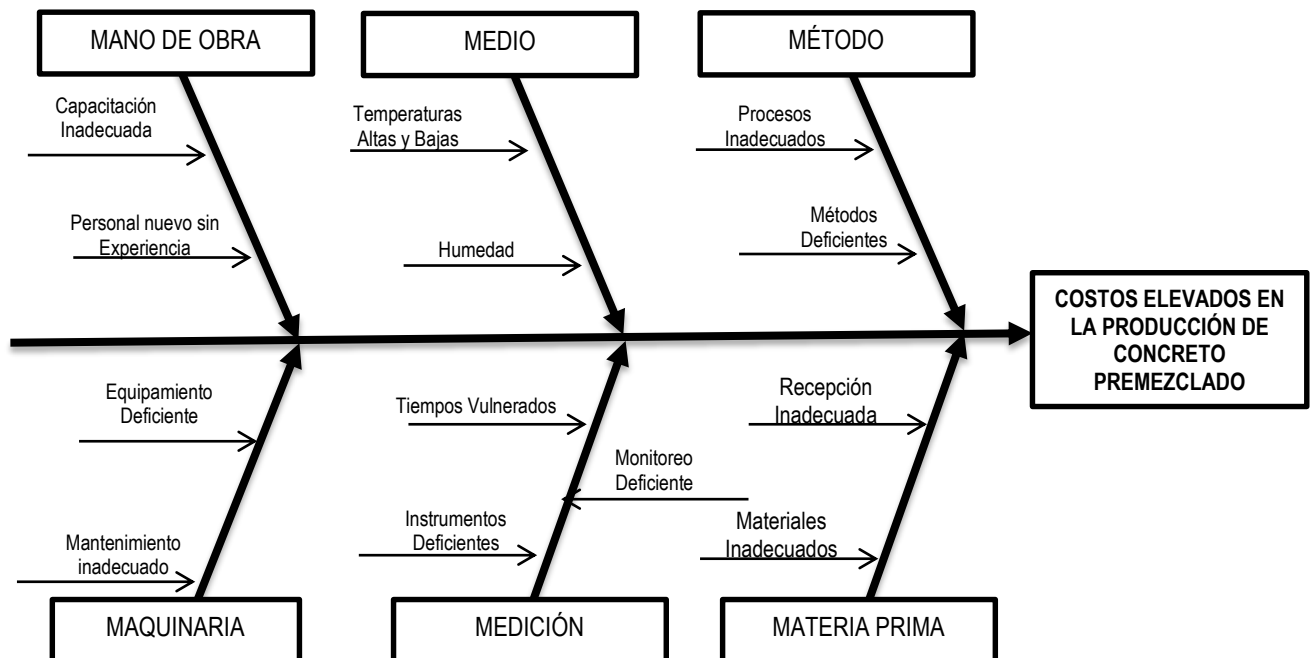


Figura n.º 23: Principales Causas que Ocasionan Costos Elevados en la Producción.

Fuente: Elaboración Propia.

- ✓ **Mano de Obra.** La capacitación es Inadecuada en la forma de que al realizar las tareas no las ejecutan de la manera correcta. También hay personal nuevo que está empezando a conocer y tener en cuenta los procedimientos correctos de manera que no son eficaces en el desarrollo de las actividades.
- ✓ **Métodos.** Los procesos son inadecuados ya que lo operarios no los utilizan como están definidos de la manera más clara y en algunos de ellos hay métodos deficientes utilizados por cada operario.
- ✓ **Maquinaria.** El mantenimiento es desarrollado pero no satisface las necesidades exigentes en el campo de acción, además el equipamiento es deficiente ya que no ayuda a cumplir con la capacidad programada por fallas en las operaciones.
- ✓ **Material.** Existe una recepción inadecuada y acarreo de las materias primas en algunas veces las cuales algunas veces influyen en el producto final. También hay una limpieza no óptima en gran parte de los agregados.
- ✓ **Mediciones.** No hay ningún tipo de medición apropiada de tiempos para ver el control correcto de acumulación de agregados y producto final además existe descalibración de los instrumentos de control de estos en su llenado a la tolva de agregados de la planta dosificadora.
- ✓ **Medio Ambiente.** Las temperaturas afectan ya que por la humedad de los agregados no permite la lectura correcta de los sensores de proximidad en la tolva y también por las condiciones climáticas como la lluvia afecta a los materiales.

A continuación se detalla los costos elevados en la producción de concreto premezclado a comparación de las otras plantas:

Tabla n.º 32 : Comparación de los Costos de Materias Primas e Insumos entre la Planta de Cajamarca y la Planta de Piura.

COSTOS PLANTA CAJAMARCA			COSTOS PLANTA PIURA			DIFERENCIA	PORCENTAJE
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Cemento I	S/. x Tm	S/. 403.33	Cemento I	S/. x Tm	S/. 350.00	S/. 53.33	13%
Cemento MS	S/. x Tm	S/. 374.65	Cemento MS	S/. x Tm	S/. 320.00	S/. 54.65	15%
Cemento V	S/. x Tm	S/. 489.20	Cemento V	S/. x Tm	S/. 450.00	S/. 39.20	8%
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Sikament 290N	S/. x kg	S/. 2.80	Sikament 290N	S/. x kg	S/. 2.20	S/. 0.60	21%
Plastiment TM12	S/. x kg	S/. 3.69	Plastiment TM12	S/. x kg	S/. 3.00	S/. 0.69	19%
Sikament TM150	S/. x kg	S/. 2.18	Sikament TM150	S/. x kg	S/. 1.86	S/. 0.32	15%
Sikament TM140	S/. x kg	S/. 4.20	Sikament TM140	S/. x kg	S/. 3.75	S/. 0.45	11%
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Huso 57	S/. x Tm	S/. 25.10	Huso 57	S/. x Tm	S/. 15.00	S/. 10.10	40%
Huso 67	S/. x Tm	S/. 27.70	Huso 67	S/. x Tm	S/. 18.00	S/. 9.70	35%
Arena	S/. x Tm	S/. 36.00	Arena	S/. x Tm	S/. 25.00	S/. 11.00	31%
Agua	S/. x Tm	S/. 10.00	Agua	S/. x Tm	S/. 10.00	S/. 0.00	0%

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

4.5.2. Aplicación de la Metodología PDCA

En esta etapa se procede a utilizar el Ciclo PDCA para implementar la mejora de las operaciones en el área de producción, dicha metodología lo describimos a continuación:

Ciclo PDCA

Este ciclo es un diagrama de flujo para aprender y para mejorar un producto o un proceso. El nombre del Ciclo PDCA (o PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés "Plan, Do, Check, Act". El Ciclo PDCA es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua.

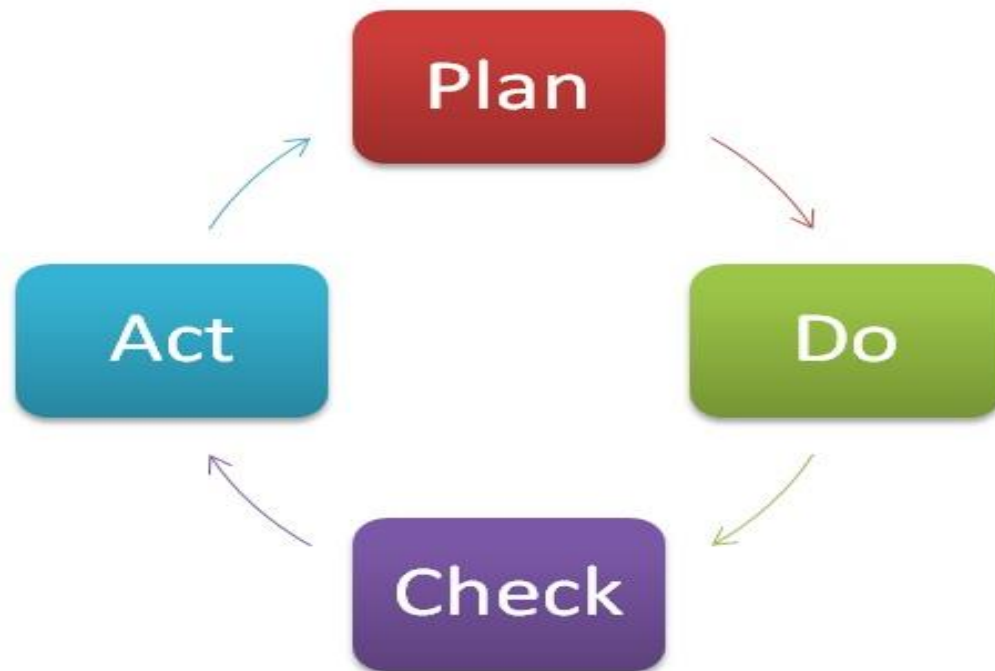


Figura n.º 24: Ciclo PDCA.

Fuente: W. Edwards Deming, La Nueva Economía para la Industria, el gobierno y la educación, Madrid; 1994.

El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones.

Planear.

Para poder planificar las posibles soluciones a los problemas encontrados en la planta de producción se pueden utilizar varias herramientas para gestionar los procesos que se va a realizar y entre ellos tenemos:

En lo que concierne a los problemas de Paradas de Planta y Sobreacumulación de agregados en las tolvas dosificadoras se planteara la siguiente herramienta:

Método de Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad (AMFEC).

El análisis modal de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo. Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. Para implementar este sistema debemos seguir los siguientes pasos:

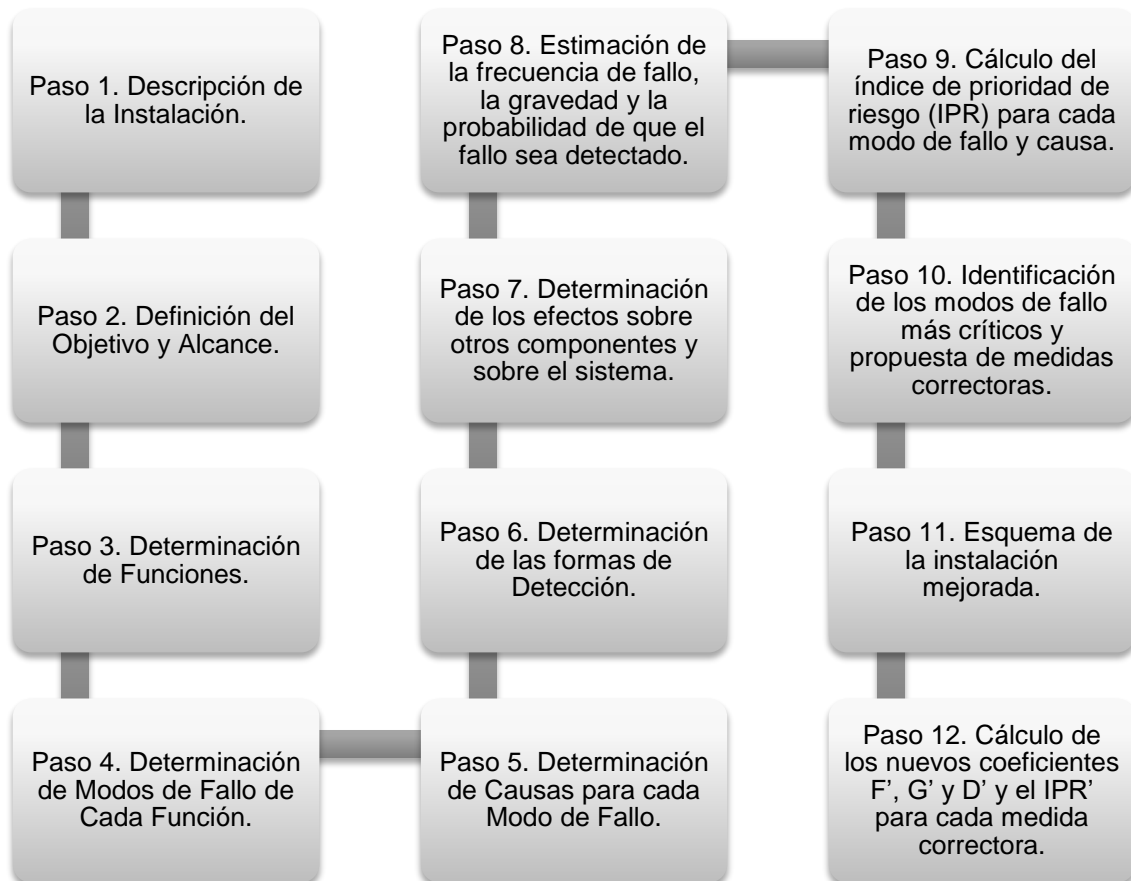


Figura n.º 25. Resumen de la herramienta Amfec.

Elaboración propia.

Además, Se implementará una unidad de mantenimiento FRL en la parte neumática de la planta, también, se acondicionará el suministro de aire en el silo de cemento y finalmente se realizará la conexión directa de tuberías de suministro en el dosificador de aditivos.

Optimización de Materias Primas e Insumos.

También en el problema principal de los costos elevados en la producción de concreto premezclado de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo se hará un análisis de costos directos.

Para ello se tendrá en cuenta el análisis de los siete productos más demandados en la producción histórica anual. A continuación los presentamos:

- C210-MS-H57-A4
- C210-MS-H67-A4
- C210-MS-H57-A5
- C210-MS-H67-A5
- C280-MS-H57-A4
- C280-MS-H57-A5
- C280-MS-H67-A5

Además para lograr optimizar estos costos se realizará la optimización de materias primas e insumos; para ello se seguirán los siguientes pasos:

Primero se realizará un ensayo en control de calidad para determinar el contenido de humedad de agregados y % de finos que pasan el tamiz N° 200 según NTP 339.185. y NTP 400.018 respectivamente. Este ensayo consiste en Tomar varias muestras del agregado que se recepciona; luego se determina su peso húmedo, peso seco, peso de agua, peso de muestra seca lavada y peso perdido por lavado; seguidamente se determina el contenido de humedad, porcentaje de finos que pasan el tamiz número 200; por último se determina la diferencia respecto al ensayo vigente y se hace una observación de si se debe ajustar la dosificación o no.

Segundo se analizará a través de 2 ensayos en el área de laboratorio de control de calidad la granulometría global de los agregados.
Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje que pasan por los distintos tipos de tamiz y el porcentaje de participación individual de los tipos de agregados que se van a dosificar.

Tercero se determinará el porcentaje de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para los dos tipos de agregados (H57 y H67).
Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos "e" en el tipo de concreto.

Cuarto se realizará un cuadro resumen de los módulos de finura, su reducción que se obtendrá por cada tipo de concreto y su respectivo costeo.
Este último paso consiste en hacer un resumen detallando el tipo de agregado, los módulos de finura aceptados y los actuales, la diferencia que hay entre ellos, y finalmente el costo que se logró optimizar.

Figura n.º 26. Resumen de optimización de materias primas e insumos.

Elaboración Propia.

Hacer.

Para poder planificar las posibles soluciones a los problemas encontrados en la planta de producción se pueden utilizar varias herramientas para gestionar los procesos que se va a realizar y entre ellos tenemos:

En lo que concierne a los problemas de Pargas de Planta y Sobreacumulación de agregados en las tolvas dosificadoras se planteara la siguiente herramienta:

En este paso se realizaran los cambios para implantar la mejora de la propuesta, en este caso se propondrá la implementación del Análisis de Modos de Fallos y efectos con Criticidad (AMFEC), el cual se detallara a continuación:

Método de Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad (AMFEC).

El análisis modal de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) es una herramienta de análisis sistemático y de detalle de todos los modos de fallo de los componentes de un sistema, que identifica su efecto sobre el mismo. Así, componente a componente, se analiza cada modo de fallo independientemente y se identifican sus efectos sobre otros componentes del sistema y sobre el sistema en su conjunto. Para implementar este sistema debemos seguir los siguientes pasos:

Análisis de los modos de falla y efectos (AMFEC)

Para elaborar el análisis de los modos de falla y efectos (AMFEC) seguiremos la siguiente secuencia:

a. Descripción de la Instalación

En este caso se va analizar el proceso de producción de concreto premezclado en la Planta Bentonmac. El esquema de la planta se muestra a continuación:

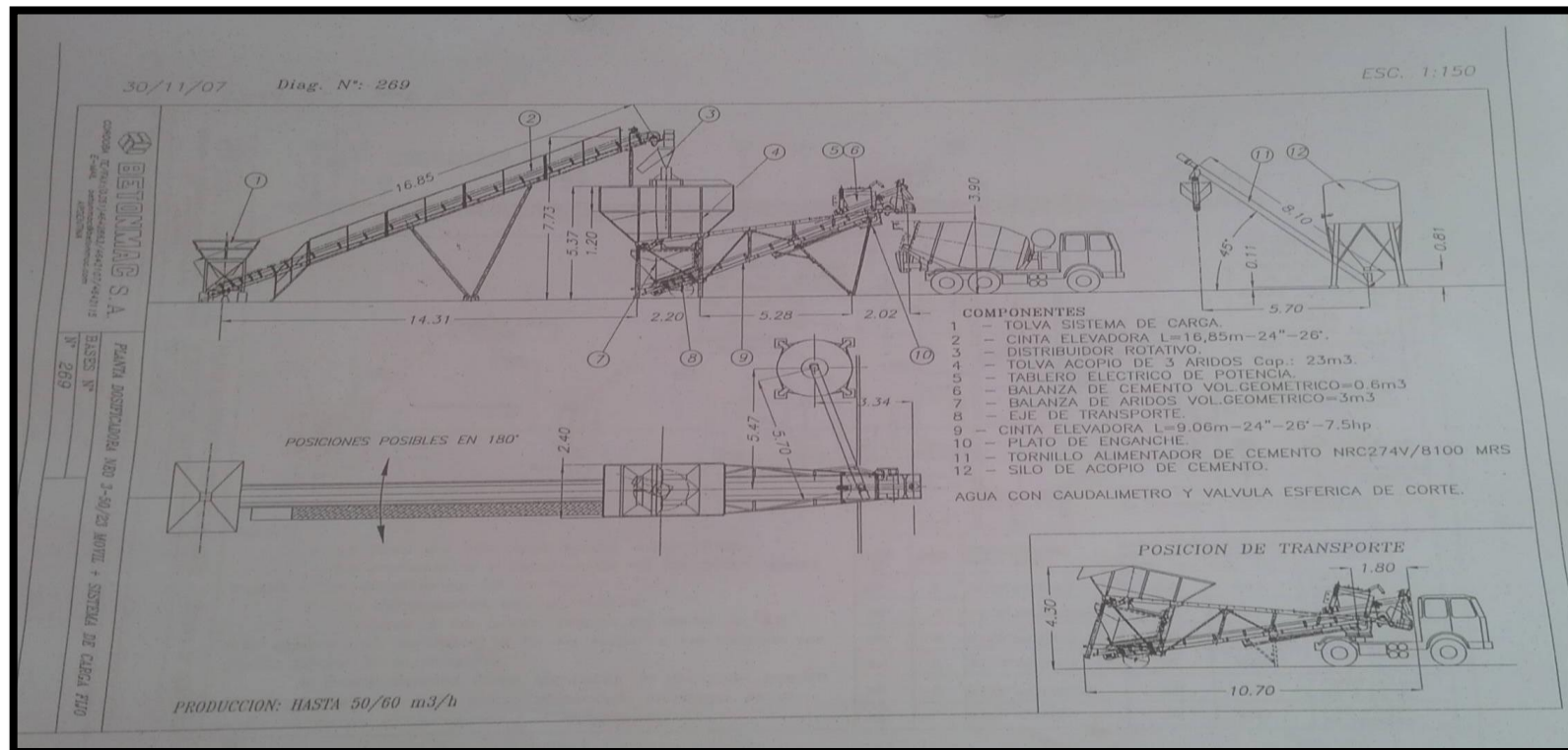


Figura n.º 27: Esquema de la Planta Bentonmac de Producción de Concreto Premezclado.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

b. **Definición del objetivo y alcance.**

En este ejercicio se debe reducir el riesgo de la operación de la producción de concreto premezclado, considerando cuatro elementos de los descritos anteriormente, los cuales influyen considerablemente en el proceso de producción y generan las paradas de planta:

- Tornillo Alimentador de Cemento
- Compresor de Aire
- Faja Transportadora de Agregados
- Tablero Eléctrico de Potencia
- Fallas en la Balanza de Cemento
- Fallas en la Balanza de Aditivos

c. **Determinación de funciones**

Tabla n.º 33 : **Funciones de los Equipos a Evaluar**

COMPONENTE	FUNCIÓN
Tornillo Alimentador de Cemento	Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza
Compresor de Aire	Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacia sistema neumático
Faja Transportadora de Agregados	Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza
Tablero Eléctrico de Potencia	Permitir la operatividad de toda la Planta Bentonmac
Balanza de Cemento	Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento
Balanza de Aditivos	Medir el peso de aditivos procedente de los tanques de almacenamiento

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

d. **Determinación de modos de fallo de cada función.**

Tabla n.º 34 : Determinación de los Modos de Fallo de Cada Función.

COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO
Tornillo Alimentador de Cemento	a. Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza	a1. Flujo de cemento es levemente lento
		a2. El flujo es más lento de lo que debería
		a3. El flujo es demasiado lento
Compresor de Aire	b. Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacia sistema neumático	b1. Filtración de impurezas
		b2. Filtración de agua
		b3. Captación de humedad
Faja Transportadora de Agregados	c. Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza	c1. Pérdida total del flujo
Tablero Eléctrico de Potencia	d. Permitir la Operatividad de toda la Planta Bentonmac	d1. Pérdida total de la operatividad de la planta
		e1. Variación pequeña en el peso del cemento
Balanza de Cemento	e. Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento	e2. Variación medida en el peso del cemento
		e3. Variación alta en el peso del cemento
		f1. Variación pequeña de en el peso de los aditivos
Balanza de Aditivos	f. Medir el peso de aditivos procedente de los tanques de almacenamiento	f2. Variación medida en el peso de los aditivos
		f3. Variación alta en el peso de los aditivos

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

e. **Determinación de las formas de detección.**

Tabla n.º 35 : Determinación de las Causas para Cada Modo de Fallo.

MODO DE FALLO	CAUSAS
a1. Flujo de cemento es levemente lento	a11. Rodamiento de gusano de cemento desgastado
a2. El flujo es más lento de lo que debería	a21. Tornillo de silos de cemento descentrados (falta de mantenimiento)
a3. El flujo es demasiado lento	a31. Rodamiento de gusano lleno de cemento a32. Gusano de carga de cemento atorado
b1. Filtración de impurezas	b11. Filtro en mal estado
b2. Filtración de agua	b21. Filtro con roturas
b3. Captación de humedad	b31. Medio ambiente húmedo
c1. Pérdida total del flujo	c11. Rotura de fajas
d1. Pérdida total de la operatividad de la planta	d11. Corto circuito por cables deteriorados d12. Sobrecargas eléctricas
e1. Variación pequeña en el peso del cemento	e11. Deterioro por desgaste
e2. Variación medida en el peso del cemento	e21. Calibración inadecuada de balanzas
e3. Variación alta en el peso del cemento	e31. Falta de calibración de balanzas e32. Fallo por mantenimiento
f1. Variación pequeña de en el peso de los aditivos	f11. Deterioro por desgaste
f2. Variación medida en el peso de los aditivos	f21. Calibración inadecuada de balanzas
f3. Variación alta en el peso de los aditivos	f31. Falta de calibración de balanzas f32. Fallo por oxidación

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

f. **Determinación de los efectos sobre otros componentes.**

Tabla n.º 36 : Determinación de la Forma de Detección

MODO DE FALLO	DETECCIÓN
a1. Flujo de cemento es levemente lento	a1. El flujo de cemento tarda en llegar a la balanza
a2. El flujo es más lento de lo que debería	a2. El flujo de cemento tarda demasiado al llegar a la balanza
a3. El flujo es demasiado lento	a3. El flujo de cemento no llega a la balanza
b1. Filtración de impurezas	b1. El compresor no funciona adecuadamente
b2. Filtración de agua	b2. El compresor deja de funcionar
b3. Captación de humedad	b3. El compresor funciona parcialmente
c1. Pérdida total del flujo	c1. Los agregados no llegan a las Tolvas
d1. Pérdida total de la operatividad de la planta	d1. La base de control se apaga
e1. Variación pequeña en el peso del cemento	e1. EL producto terminado tiene un ligero error
e2. Variación medida en el peso del cemento	e2. EL producto terminado tiene un error considerable
e3. Variación alta en el peso del cemento	e3. EL producto terminado es reprocesado
f1. Variación pequeña de en el peso de los aditivos	f1. EL producto terminado tiene un ligero error
f2. Variación medida en el peso de los aditivos	f2. EL producto terminado tiene un error considerable
f3. Variación alta en el peso de los aditivos	f3. EL producto terminado es reprocesado

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

g. Estimación de la frecuencia del fallo F, la gravedad (G) y la probabilidad de que el fallo sea detectado (D)

Tabla n.º 37 : Determinación de los Efectos Sobre Otros Componentes y el Sistema.

MODO DE FALLO	EFECTOS	
	OTROS COMPONENTES	SISTEMA
a1. Flujo de cemento es levemente lento	Atoro del gusano de carga de cemento	Posible deterioro de tuberías
a2. El flujo es más lento de lo que debería	Desgaste del rodamiento de gusano	Trabado del sistema de flujo de cemento
a3. El flujo es demasiado lento	Atoro en las mangueras y tubería del flujo de cemento	Posible Deterioro del sistema de dosificado de cemento
b1. Filtración de impurezas	Reduce la vida útil de las herramientas neumáticas	Posible Deterioro del sistema de filtración
	válvulas de las tuberías contaminadas	Posible fuga de aire por línea neumática
b2. Filtración de agua		Deterioro de los tanques de almacenamiento
	Puede llegar a los tanques de almacenamiento de aire y generar corrosión	Posible fuga de aire por los tanques de almacenamiento
b3. Captación de humedad	Puede generar corrosión en los tanques de almacenamiento de aire	Deterioro del sistema de tratamiento de aire
c1. Pérdida total del flujo	desgaste de polines guías de faja	Posible rotura de fajas y parada del sistema
d1. Pérdida total de la operatividad de la planta	Puede generar cortes circuitos a sistema eléctrico	Posible incendio
		Posible explosión
e1. Variación pequeña en el peso del cemento		Posible descalibración de balanza
e2. Variación medida en el peso del cemento	Descalibración de Balanza	Deterioro del sistema de dosificado
e3. Variación alta en el peso del cemento	Descalibración de Balanza	Inoperatividad de la balanza
f1. Variación pequeña de en el peso de los aditivos		Posible descalibración de balanza
f2. Variación medida en el peso de los aditivos	Descalibración de Balanza	Deterioro del sistema de dosificado
f3. Variación alta en el peso de los aditivos	Descalibración de Balanza	Inoperatividad de la balanza

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

h. Estimación de la frecuencia del fallo F, la gravedad (G) y la probabilidad de que el fallo sea detectado (D)

- **Estimación de Coeficiente F:** Como sólo se conoce la probabilidad de fallo de cada uno de los componentes, es necesario estimar un criterio de reparto de la probabilidad de fallo del componente entre la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los modos de fallo y causas. Esta estimación se realiza consultando en registros de averías, o en su defecto, en base a estimación directa basada en el tipo de fallo. A continuación detallamos su tabla y la interpretación:

Tabla n.º 38 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F (%)
a11	0.500000	1.000000	0.013333	1.333333	7
a21	0.500000	1.000000	0.013333	1.333333	7
a31	0.500000	0.300000	0.004000	0.400000	5
a32	0.500000	0.700000	0.009333	0.933333	6

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Para los modos de fallo y causas del tornillo alimentador cuya tasa es de 0.26667, se ha estimado que cada uno de los modos de fallo tiene la misma probabilidad de ocurrencia, y que el tercer fallo es mucho más habitual que haya atoros en el gusano de carga de cemento que el rodamiento del gusano este lleno de cemento (70% frente a un 30%). Así, para la combinación a11, la probabilidad de ocurrencia es: $P_{a11} = 0.5 \times 1 \times 0.26667 = 0.013333$.

Tabla n.º 39: Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
b11	1.000000	1.000000	0.020000	2.000000	7
b21	0.500000	1.000000	0.010000	1.000000	7
b31	0.500000	0.300000	0.003000	0.300000	5

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Para el compresor de aire que tiene una tasa de 0.20, se ha estimado que el primer modo de fallo por filtración de impurezas se da totalmente y los otros dos modos de fallo por captación de humedad y filtración de agua se da parcialmente. En cuanto a las causas se considera mucho más probable que el fallo sea ocasionado por el filtro en mal estado y el filtro con roturas que debido al medio ambiente húmedo, éste último con un 30%.

Tabla n.º 40 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
c11	1.000000	1.000000	0.013333	1.333333	7

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Por parte de la faja transportadora de agregados que tiene una tasa de 0.013333, se ha estimado que el único modo de fallo consiste en la pérdida total del flujo de agregados. En cuanto a las causas se considera totalmente probable de que las fajas se rompan.

Tabla n.º 41 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
d11	1.000000	6.000000	0.040000	4.000000	7
d12	1.000000	0.400000	0.002667	0.266667	5

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Por otro lado el tablero eléctrico de potencia que tiene una tasa de 0.006667, se ha estimado que el modo de fallo consiste en la pérdida total de la operatividad de la planta. En cuanto a las causas se considera un 60% a los cortos circuitos por cables deteriorados y un 40% por sobrecargas eléctricas.

Tabla n.º 42 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
e11	0.200000	0.250000	0.000667	0.066667	4
e21	0.300000	0.400000	0.001600	0.160000	5
e31	0.500000	0.500000	0.003333	0.333333	5
e32	0.500000	0.500000	0.003333	0.333333	5

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En cuanto a la balanza de cemento que tiene una tasa de 0.013333, se ha considerado que en los dos primeros modos de fallo de variación se da con un 20% y 30% respectivamente, mientras que en el tercer modo de fallo se da parcialmente 50%. En cuanto a las causas se considera un 25% al deterioro por desgaste de balanzas, un 50% por descalibración de balanzas y 50% por fallo de mantenimiento.

Tabla n.º 43 : Estimación de la Frecuencia de Fallo.

	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
f11	0.300000	0.250000	0.001500	0.150000	5
f21	0.400000	1.000000	0.008000	0.800000	6
f31	0.700000	0.500000	0.007000	0.700000	6

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En cuanto a la balanza de aditivos que tiene una tasa de 0.020, se ha considerado que en los dos primeros modos de fallo de variación se da con un 30% y 40% respectivamente, mientras que en el tercer modo de fallo es de 70%. En cuanto a las causas se considera un 25% al deterioro por desgaste de balanzas, un 100% por descalibración de balanzas y 50% por fallo de mantenimiento.

- **Estimación de Coeficiente G:** El coeficiente G de gravedad se ha asignado en función de los efectos. A continuación detallamos el cuadro y la interpretación:

Tabla n.º 44 : Determinación del coeficiente de Gravedad (G).

MODO DE FALLO	G
a1	2 , perceptible pero no molesto
a2	4 , predispone negativamente al cliente
a3	6 , degradación del sistema y exigencia del cambio/repación
b1	6 , degradación del sistema y exigencia del cambio/repación
b2	4 , predispone negativamente al cliente
b3	5 , degradación del sistema
c1	6 , degradación del sistema y exigencia del cambio/repación
d1	6 , degradación del sistema y exigencia del cambio/repación
e1	2 , perceptible pero no molesto
e2	4 , predispone negativamente al cliente
e3	8 , degradación del sistema, que llega a afectar a otros sistemas de la instalación
f1	3 , perceptible y ligeramente molesto
f2	4 , predispone negativamente al cliente
f3	6 , degradación del sistema y exigencia del cambio/repación

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

- **Estimación de Coeficiente D:** Para las combinaciones de modo de fallo y causa debidas a defectos de fabricación, la probabilidad de detección del cliente es nula, puesto que se comprueba el correcto funcionamiento del sistema una vez instalado, por lo que el coeficiente es $D = 1$. A continuación detallamos el cuadro y la interpretación:

Tabla n.º 45 : Estimación del Coeficiente de No Detección (D).

COMPONENTE	CUSAS	REVISIONES DE MANTENIMIENTO EN SEMANAS	TIEMPO QUE TARDA EL FALLO UNA VEZ QUE SE MANIFIESTE EN SEMANAS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	DETECCIÓN (D)
Tornillo Alimentador de Cemento	a31, a32	8	1	0.875000	10
Compresor de Aire	b11, b21	4	2	0.500000	6
Faja Transportadora de Agregados	c11	24	16	0.333333	4
Tablero Eléctrico de Potencia	d11, d12	12	8	0.333333	4
Balanza de Cemento	e31, e32	4	3	0.250000	3
Balanza de Aditivos	f31, f32	4	2	0.500000	6

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

- i. Cálculo del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) para Cada Modo de Fallo y Causa. La siguiente tabla se resume el valor de los coeficientes y del IPR. Como puede observarse, hay varias combinaciones de modo de fallo y causa cuyo IPR es mayor de 100. Por tanto, las mejoras de la instalación tendrían que estar encaminadas a la reducción de dichos IPR.

Tabla n.º 46 : Cálculo del índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

FUNCIÓN	CAUSAS	F	G	D	IPR
a. Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza	a11	7	2	1	14
	a21	7	4	1	28
	a31	5	6	6	180
	a32	6	6	6	216
b. Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacía sistema neumático	b11	7	6	6	252
	b21	7	4	6	168
	b31	5	5	1	25
c. Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza	c11	7	6	4	168
	d11	5	6	4	120
d. Permitir la Operatividad de toda la Planta Bentonmac	d12	5	6	4	120
	e11	4	2	1	8
e. Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento	e21	5	4	1	20
	e31	5	8	6	240
	e32	5	8	6	240
f. Medir el peso de aditivos procedente de los tanques de almacenamiento	f11	5	3	1	15
	f21	6	4	1	24
	f31	6	6	6	216
	f32	6	6	6	216

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

- j. Identificación de los modos de fallo más críticos y propuesta de medidas correctoras.

Para aquellos modos de fallo cuyo IPR es mayor a 100, se proponen medidas correctoras y calculan los nuevos coeficientes F', G' y D'.

Los modos de fallo que son mayores a 100 son: a31, a32, b1 y b2; c1; d1; e3; f3.

Medidas para los modos de fallo para a3

Tabla n.º 47 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento a31.

COMPONENTE	CUSAS	REVISIONES DE MANTENIMIENTO EN SEMANAS	TIEMPO QUE TARDA EL FALLO UNA VEZ QUE SE MANIFIESTE EN SEMANAS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	DETECCIÓN (D)
Tornillo Alimentador de Cemento	a31	5	4	0.200000	3

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Programa de mantenimiento periódico del rodamiento del gusano, de manera que se controle la acumulación del cemento en dicho rodamiento. Este mantenimiento se realizara cada 5 semanas, por lo que, considerando su funcionamiento empieza a alterarse hasta que se produce el modo de fallo pasan aproximadamente 4 semanas, con lo cual la probabilidad de detección D' sería: $5-4/4 = 0,2000$ de a31, por lo que $D' a31 = 3$.

Tabla n.º 48 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento a32.

Causa	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
a32	0.010000	0.700000	0.000047	0.004667	2

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Por otro lado para seguir reduciendo el IPR del modo de fallo a1, se propone modificar la posición del suministro de aire, es decir acercarlo al gusano de carga de cemento para una mejor fluidez. El valor de F' con esta medida se prevé reducir la probabilidad de ocurrencia de la combinación a32 de una probabilidad de 0.9333% a 0.004667%, por lo que $F' a32 = 2$.

Medidas para los modos de fallo para b1

Tabla n.º 49 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento b11 y b21.

Causa	Modo de fallo	Causa	Probabilidad	Prob. (100%)	F
b11	0.010000	1.000000	0.000067	0.006667	2
b21	0.010000	1.000000	0.000067	0.006667	2

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Para poder reducir el IPR del modo de fallo b11 y b21, se propone la implementación de una unidad de mantenimiento (FRL), esto evitara la filtración de impurezas y de agua en el sistema. En este caso con esta medida se reducirá la probabilidad de ocurrencia de la combinación b11 y b21 de una probabilidad de 2% y 1% a 0.006667%, por lo que $F'_{b11} = 2$ y $F'_{b21} = 2$.

Medidas para los modos de fallo para b1

Tabla n.º 50 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento c11.

COMPONENTE	CUSAS	REVISIONES DE MANTENIMIENTO EN SEMANAS	TIEMPO QUE TARDA EL FALLO UNA VEZ QUE SE MANIFIESTE EN SEMANAS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	DETECCIÓN (D)
Faja Transportadora de Agregados	c11	18	16	0.111111	2

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Programa de mantenimiento periódico de las fajas, sus polines y guías, de manera que se controle la posible ruptura de éstas fajas. Este mantenimiento se realizara cada 18 semanas, por lo que, considerando su funcionamiento empieza a alterarse hasta que se produce el modo de fallo pasan aproximadamente 16 semanas, con lo cual la probabilidad de detección D' sería: $18-16/16 = 0,1111$ de c11, por lo que $D'_{c11} = 2$.

Medidas para los modos de fallo para d1

Tabla n.º 51 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo d1.

MODO DE FALLO	G
d1	2 perceptible pero no molesto

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Para poder reducir el IPR del modo de fallo d11, se propone el cambio de los cables normales a cables contra incendios, esto evitara posibles incendios y explosiones; también para d12 se propone el cambio de interruptor termo-magnético de mayor amperaje para evitar explosiones o incendios. En este caso con esta medida se reducirá el coeficiente de gravedad de la combinación d11 y d12, por lo que se reducirá a $G' d11 = 2$ y $G' d12 = 2$.

Medidas para los modos de fallo para e3

Tabla n.º 52 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento e31 y e32.

COMPONENTE	CUSAS	REVISIONES DE MANTENIMIENTO EN SEMANAS	TIEMPO QUE TARDA EL FALLO UNA VEZ QUE SE MANIFIESTE EN SEMANAS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	DETECCIÓN (D)
Balanza de					
Cemento	e31, e32	2	2	0.0000	1

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Programa de mantenimiento periódico de las balanzas para cemento, de manera que se controle la posible descalibración. Este mantenimiento se realizara cada 2 semanas, por lo que, considerando su funcionamiento empieza a alterarse hasta que se produce el modo de fallo pasan aproximadamente 2 semanas, con lo cual la probabilidad de detección D' sería: $2-2/2 = 0$ de e31 y e32, por lo que $D' e31 = 1$ y $D' e32 = 1$.

Medidas para los modos de fallo para f3

Tabla n.º 53 : Medida Correctora para la Combinación de los Modos de Fallo y causa de la Función Realizada por el Tornillo Alimentador de Cemento f31 y f32.

COMPONENTE	CUSAS	REVISIONES DE MANTENIMIENTO EN SEMANAS	TIEMPO QUE TARDA EL FALLO UNA VEZ QUE SE MANIFIESTE EN SEMANAS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	DETECCIÓN (D)
Balanza de Aditivos	f31, f32	2	2	0.0000	1

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Elaboración Propia.

Programa de mantenimiento periódico de las balanzas para aditivos, de manera que se controle la posible descalibración. Este mantenimiento se realizara cada 2 semanas, por lo que, considerando su funcionamiento empieza a alterarse hasta que se produce el modo de fallo pasan aproximadamente 2 semanas, con lo cual la probabilidad de detección D' sería: $2-2/2 = 0$ de f31 y f32, por lo que $D' f31 = 1$ y $D' f32 = 1$.

k. Esquema de la Instalación Mejorada.

En este caso se presenta el esquema de la Planta Bentonmac con las mejoras implementadas, el esquema sigue siendo el mismo pero con una máquina adquirida y dos rediseños de equipos; el cual se detallaran más adelante. El esquema se muestra a continuación:

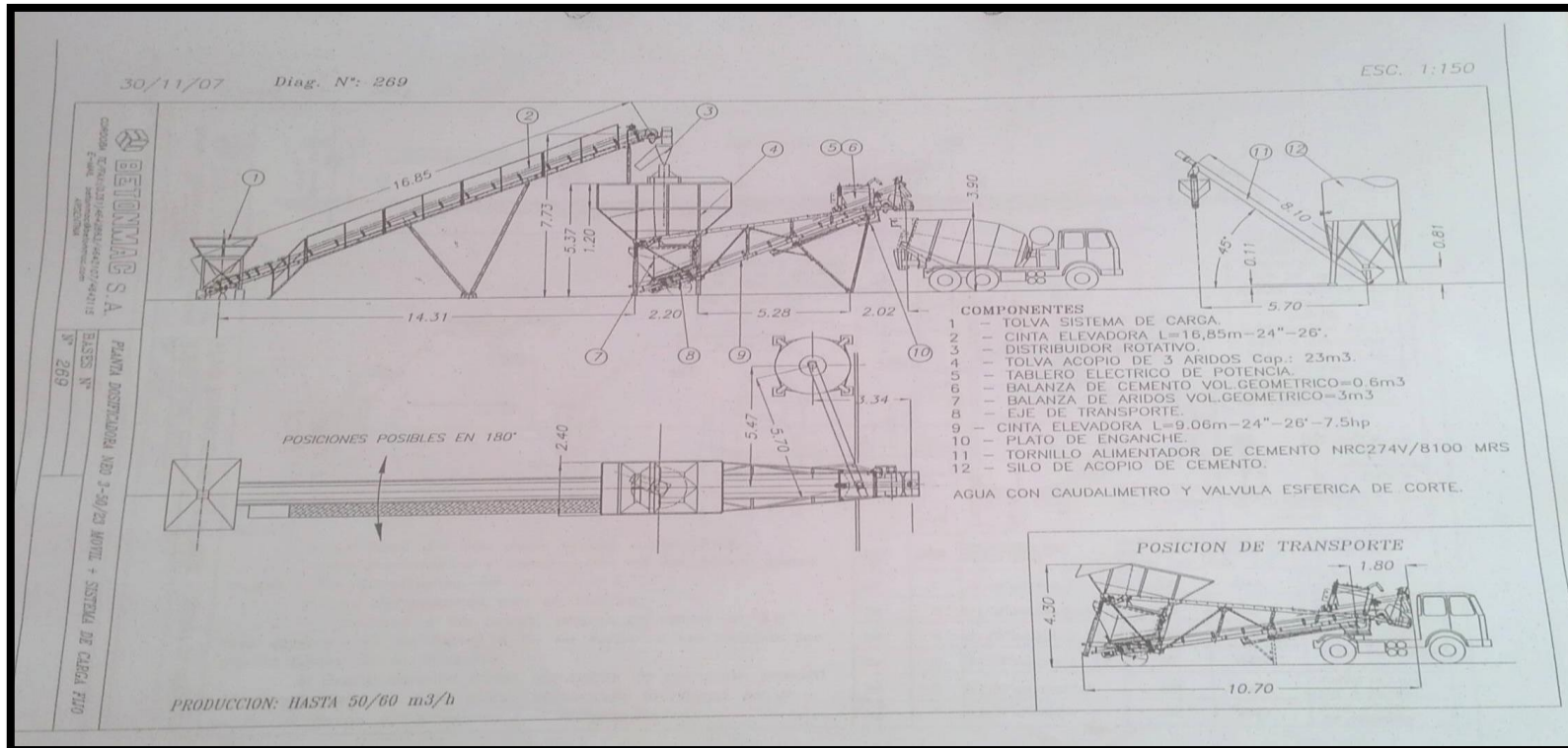


Figura n.º 28: Esquema de la Planta Bentonmac de Producción de Concreto Premezclado.

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

- I. Cálculo de los nuevos coeficientes F' , G' y D' y el IPR' para cada medida correctora. La siguiente tabla resume cómo quedarían los nuevos IPR' con las medidas correctoras implantadas. Como puede observarse, con las mejoras indicadas todos los IPR' se quedarían por debajo de 100.

Tabla n.º 54 : Cálculo del índice de Prioridad de Riesgo (IPR').

FUNCIÓN	CAUSAS	F'	G'	D'	IPR
a. Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza	a11	7	2	1	14
	a21	7	4	1	28
	a31	5	6	3	90
	a32	2	6	6	72
b. Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacia sistema neumático	b11	2	6	6	72
	b21	2	4	6	48
	b31	5	5	1	25
c. Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza	c11	7	6	2	84
d. Permitir la Operatividad de toda la Planta Bentonmac	d11	5	2	4	40
	d12	5	2	4	40
e. Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento	e11	4	2	1	8
	e21	5	4	1	20
	e31	5	8	1	40
	e32	5	8	1	40
f. Medir el peso de aditivos procedente de los tanques de almacenamiento	f11	5	3	1	15
	f21	6	4	1	24
	f31	6	6	1	36
	f32	6	6	1	36

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se observa que una vez implantadas las medidas correctoras el IPR' en todos los casos es menor a 100, por lo tanto se llegó a mejorar considerablemente los modos de fallos con sus respectivas causas.



Figura n.º 29: Imagen de Capacitación al Personal de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

En la figura anterior, se muestra las capacitaciones que se hizo en la planta en cuanto al equipo adquirido Unidad de Mantenimiento FRL y el rediseño que se hizo en el Silo de Cemento como también las bombas de aditivos. Así mismo, se brido la información de ahorros que se genera y lo útil que puede ser un Análisis de Modos de Fallos y Efectos Con Criticidad (AMFEC) incentivando al personal a seguir en la mejora continua y prevención de equipos adjunto a las pérdidas económicas que generan los mismos.

Optimización de Materias Primas e Insumos.

También en el problema principal de los costos elevados en la producción de concreto premezclado de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo se hará un análisis de costos directos.

Para ello se tendrá en cuenta el análisis de los siete productos más demandados en la producción histórica anual. A continuación los presentamos:

- C210-MS-H57-A4
- C210-MS-H67-A4
- C210-MS-H57-A5
- C210-MS-H67-A5
- C280-MS-H57-A4
- C280-MS-H57-A5
- C280-MS-H67-A5

Además para lograr optimizar estos costos se realizara la optimización de materias primas e insumos; para ello se seguirán los siguientes pasos:

- Primero se realizara los ensayos en control de calidad para determinar el contenido de humedad de agregados y % de finos que pasan el tamiz N° 200 según NTP 339.185. y NTP 400.018 respectivamente.

Se harían varias muestras del agregado que se recepciona; luego se determina su peso húmedo, peso seco, peso de agua, peso de muestra seca lavada y peso perdido por lavado; seguidamente se determina el contenido de humedad, porcentaje de finos que pasan el tamiz número 200 caso de pasar se haría el análisis de Azul de Metileno; por último se determina la diferencia respecto al ensayo vigente y se hace una observación de si se debe ajustar la dosificación o no sabiendo que los parámetros para ello son debidos a que no debe pasar ≤ 0.4 de la diferencia con la muestra anterior; y por último se haría las pruebas en laboratorio del equivalente de arena según NTP 339.146/ASTM D2419 para determinar el % de material adecuado a utilizar para dosificar el concreto ya sea relleno de 65%-75% o para una estructura como <75% según requerimiento del cliente.




	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO	
EVALUACIÓN DE FINOS MEDIANTE ENSAYO DE AZUL DE METILENO (NORMA DE ENSAYO: ASTM C837-09)		
Laboratorio : Chiclayo		Fecha de ensayo : 20-oct-16
Ubicación : Carretera a Pimentel Mz. E, Lote 1, Z. Industrial		Técnico : José Moste
N° Informe : AM-001-OD/14		Responsable : Ing. Osmar Valverde
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:		
TIPO DE MUESTRAS : Agregado		MUESTRA : IV-F(Z)/CEC
CONTENIDO ORIGINAL DE FINOS : 2.4%		MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca
CANTERA : ESCALON CHUCOS		
PROCEDIMIENTO :		
$MBI = \frac{(E \cdot V)}{w} \cdot 100$		
Donde:		
E : Concentración de la solución de azul de metileno V : ml de solución de azul de metileno requerida W : Cantidad de muestra seca que pasa la malla #200 (gr)		
RESULTADOS :		
E :	0.06	
V : W :	5	
	10	
Índice de azul de metileno		MBI*
		3.0
Observaciones:		
*MBI = Índice de azul de metileno en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla.		
El agregado evaluado puede ser usado en concretos convencionales sin requisito de durabilidad, así como para concretos convencionales		
 Optimización & Desarrollo Ing. Osmar Valverde		

Figura n.º 30: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para finos de cantera Escalón Chucos.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, como resultado de esta prueba podemos observar que el índice de azul de metileno es de 3.0 mili-equivalentes de arcilla por cada 100 gramos de arcilla en un 2.4% original de finos; esto nos quiere decir que es un índice muy bajo de arcilla concentrada en la arena zarandeada para alcanzar la resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	 SGC-REG-06-D1088 Versión 00
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO	
EVALUACIÓN DE FINOS MEDIANTE ENSAYO DE AZUL DE METILENO (NORMA DE ENSAYO: ASTM C837-09)		
Laboratorio : Chiclayo		Fecha de ensayo : 20-oct-16
Ubicación : Carretera a Pimentel Mz. E, Lote 1, Z. Industrial		Técnico : José Moste
N° Informe : AM-002-OD/14		Responsable : Ing. Osmar Valverde
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:		
TIPO DE MUESTRAS : Agregado		MUESTRA : IV-F(Z)/RC
CONTENIDO ORIGINAL DE FINOS : 2.4%		MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca
CANTERA : RIO CAJAMARQUINO		
PROCEDIMIENTO :		
Donde:		
$MBI = \frac{(E+V)}{w} \times 100$		
E : Concentración de la solución de azul de metileno V : ml de solución de azul de metileno requerida W : Cantidad de muestra seca que pasa la malla #200 (gr)		
RESULTADOS :		
E :	0.06	
V :	8	
W :	10	
Índice de azul de metileno		MBI* 4.8
Observaciones:		
*MBI = Índice de azul de metileno en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla.		
<p style="color: red;">El agregado evaluado puede ser usado en concretos convencionales sin requisito de durabilidad</p>		
 Optimización & Desarrollo Ing. Osmar Valverde		

Figura n.º 31: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para cantera Rio Cajamarquino.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, como resultado de esta prueba podemos observar que el índice de azul de metileno es de 4.8 mili-equivalentes de arcilla por cada 100 gramos de arcilla en un 2.4 % original de finos; esto nos quiere decir que es un índice muy bajo de arcilla concentrada en la arena Zarandeada para alcanzar la resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.




	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua				
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO				
EVALUACIÓN DE FINOS MEDIANTE ENSAYO DE AZUL DE METILENO (NORMA DE ENSAYO: ASTM C837-09)					
Laboratorio : Chiclayo		Fecha de ensayo : 20-oct-16			
Ubicación : Carretera a Pimentel Mz. E, Lote 1, Z. Industrial		Técnico : José Moste			
N° Informe : AM-003-OD/14		Responsable : Ing. Osmar Valverde			
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:					
TIPO DE MUESTRAS : Agregado		MUESTRA : IV-F(CH)RC			
CONTENIDO ORIGINAL DE FINOS : 9.2%		MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca			
CANTERA : RIO CAJAMARQUINO					
PROCEDIMIENTO :					
Donde:					
$MBI = \frac{(E+V)}{w} \times 100$					
E : Concentración de la solución de azul de metileno V : ml de solución de azul de metileno requerida W : Cantidad de muestra seca que pasa la malla #200 (gr)					
RESULTADOS :					
E :	0.06				
V :	9.1				
W :	10				
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Índice de azul de metileno</td> <td style="padding: 5px;">MBI*</td> <td style="padding: 5px;">5.5</td> </tr> </table>			Índice de azul de metileno	MBI*	5.5
Índice de azul de metileno	MBI*	5.5			
Observaciones:					
*MBI =Índice de azul de metileno en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla.					
El agregado evaluado puede ser usado en concretos convencionales sin requisito de durabilidad					
 Optimización & Desarrollo Ing. Osmar Valverde					

Figura n.º 32: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para cantera Rio Cajamarquino.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la anterior figura, se observa como resultado de esta prueba que el índice de azul de metileno es de 5.5 mili-equivalentes de arcilla por cada 100 gramos de arcilla en un 9.2% original de finos; esto nos quiere decir que es un índice muy bajo de arcilla concentrada en la arena Chancada para alcanzar la resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	 SGC-REG-D6-D1051 Version 00
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		

EQUIVALENTE DE ARENA
(NORMA DE ENSAYO: NTP 339.146 / ASTM D2419)

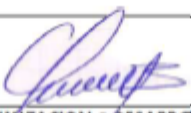
Imprimir

Laboratorio : Chiclayo	Fecha: 22-Sep-16
Ubicación : Carretera Chiclayo-Pimentel Mza. E, lote 1	Técnico : Cesar Santisteban
Proyecto : -	Responsable : Ing. Osmar Valverde

MUESTRA : IV-F(Z)RC-310814 CANTERA : RIO CAJAMARQUINO MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca	SUB-MUESTRAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	5.75	
Hora de entrada a saturación	18:52	18:55	18:58	19:01	
Hora de salida de saturación (mas 10')	19:02	19:05	19:08	19:11	
Hora de entrada a decantación	19:04	19:07	19:10	19:13	
Hora de salida de decantación (mas 20')	19:24	19:27	19:30	19:33	
Altura máxima de material fino (in)	5.2	5.1	5.0	5.3	5.2
Altura máxima de arena (in)	3.6	3.5	3.5	3.6	3.6
Cálculo de Equivalente de Arena (%)	70	69	70	68	69.3

Valor del Equivalente de Arena

Observaciones:



OPTIMIZACIÓN & DESARROLLO
 Ing. Osmar Valverde

Figura n.º 33: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, se muestra como resultado de esta prueba que el equivalente de arena es de 70% en 4 sub muestras que pasan la malla n°04 esto nos quiere decir que es un % considerable para alcanzar una resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	 SGC-REG-06-D-1051 Version 00
---	--	--

EQUIVALENTE DE ARENA
(NORMA DE ENSAYO: NTP 339.146 / ASTM D2419)

Imprimir

Laboratorio : Chiclayo	Fecha: 22-Sep-16
Ubicación : Carretera Chiclayo-Pimentel Mza. E, lote 1	Técnico : Cesar Santisteban
Proyecto : -	Responsable : Ing. Osmar Valverde

MUESTRA : IV-F(CH)/RC-310814 CANTERA : RIO CAJAMARQUINO MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca	SUB-MUESTRAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	5.75	
Hora de entrada a saturación	16:15	16:18	16:21	16:24	
Hora de salida de saturación (mas 10')	16:25	16:28	16:31	16:34	
Hora de entrada a decantación	16:27	16:30	16:33	16:36	
Hora de salida de decantación (mas 20')	16:47	16:50	16:53	16:56	
Altura máxima de material fino (in)	5.8	6.0	6.0	5.8	5.9
Altura máxima de arena (in)	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9
Cálculo de Equivalente de Arena (%)	52	49	49	50	50.0

Valor del Equivalente de Arena

Observaciones:



OPTIMIZACIÓN E DESARROLLO
 Ing. Osmar Valverde



Figura n.º 34: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Rio Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, como resultado de esta prueba podemos observar que el equivalente de arena es de 50% en 4 sub muestras que pasan la malla n°04 esto nos quiere decir que es un % considerable para alcanzar una resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.

- Segundo se analizara a través de 2 ensayos en el área de laboratorio de control de calidad la granulometría global de los agregados.
Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje que pasan por los distintos tipos de tamiz y el porcentaje de participación individual de los tipos de agregados que se van a dosificar de acuerdo al tipo de suministro ya sea bombeado H57 o H67 o aplicación directa.

Tabla n.º 55 : Granulometría Global para concreto bombeado H57.

	Distribuidora Gestión de la Calidad y Mejora Continua	Norte	Pacasmayo	S.R.L.	
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD					SGC-REG-D6-D1036 Version 05

GRANULOMETRÍA GLOBAL

Planta : Cajamarca

Fecha :

10-Set-16

Imprimir

S

DATOS DE LA MUESTRA

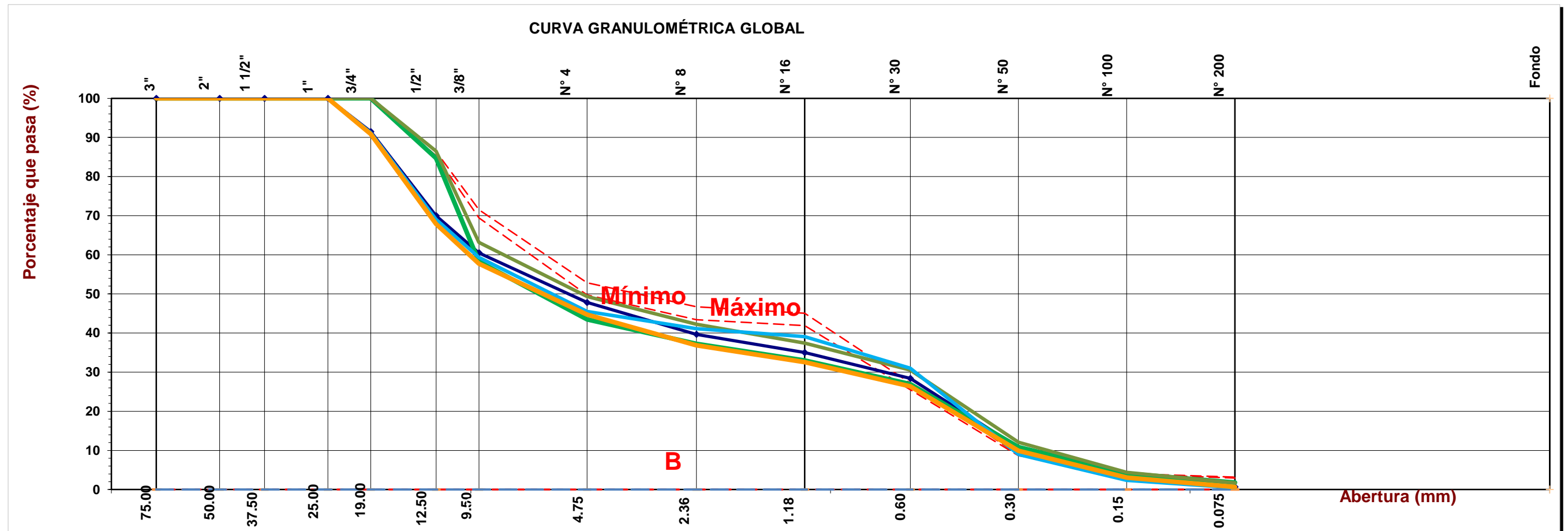
TIPO	ID MUESTRA	HUSO	T. EXTRACCIÓN	CANTERA	TIPO	ID MUESTRA	T. EXTRACCIÓN	CANTERA
G1:	IV-G-H57(CH)/RC-310115	H57	Chancado	Rio Cajamarquino	F1:	IV-F(Z)/RC-310115	Zarandeado	Rio Cajamarquino
G2:	IV-G-H67(CH)/RC-310115	H67	Chancado	Rio Cajamarquino	F2:	IV-F(Z-CH)/RC-310115	Zarandeado	Rio Cajamarquino

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	GRANULOMETRÍA (% PASA)				COMBINACIÓN AGREGADOS					Directo			Especificación Interna (Co. Especiales)			
		G1	G2	F1	F2	Directo H57	Bombeado H57	Directo H67	Bombeado H67	Minera Yanacocha	Bombeado H57		Bombeado H57		Bombeado H67		
											Mínimo	Máximo	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
3"	75.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
3/4"	19.000	83.2	100.0	100.0	100.0	90.9	91.5	100.0	100.0	91.2	92	0	93	92	93	100	100
1/2"	12.500	40.6	72.2	100.0	100.0	67.9	70.0	84.7	86.5	69.1	75	0	76	75	76	85	86
3/8"	9.500	21.8	24.1	100.0	100.0	57.8	60.5	58.3	63.2	59.3	64	0	67	64	67	69	72
Nº 4	4.750	3.5	3.0	91.0	93.0	44.7	47.8	43.5	49.3	45.5	47	0	51	47	51	50	53
Nº 8	2.360	0.2	2.3	85.5	79.9	36.9	39.7	37.2	42.3	41.1	41	0	45	41	45	43	47
Nº 16	1.180	0.2	2.3	81.2	70.5	32.6	35.0	33.0	37.4	39.1	40	0	43	40	43	42	45
Nº 30	0.600	0.2	2.3	64.4	57.1	26.4	28.4	27.0	30.5	31.0	24	0	26	24	26	26	27
Nº 50	0.300	0.2	2.3	18.4	21.3	9.9	10.7	10.8	12.1	9.0	8	0	9	8	9	9	9
Nº 100	0.150	0.2	2.3	4.6	6.3	3.0	3.3	4.1	4.4	2.4	4	0	4	4	4	4	4
Nº 200	0.075	0.2	2.3	0.7	1.1	0.6	0.7	1.8	1.7	0.4	3	0	3	3	3	3	3
Fondo	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	0	0	0	0	0
Mód. Finura		6.90	6.61	2.55	2.72	4.98	4.83	4.86	4.61	4.81	4.78	10.00	4.64	4.78	4.64	4.57	4.44

Elección de Porcentajes

Paso 2		Paso 1				
Grueso	Fino	G1	G2	F1	F2	
0.54	0.46	100%	0%	0%	100%	0.52
0.51	0.50	100%	0%	0%	100%	0.49
0.55	0.45	0%	100%	0%	100%	0.57
0.49	0.52	0%	100%	0%	100%	0.51
0.52	0.48	100%	0%	100%	0%	

Porcentaje de participación individual						Referencia
Combinación	G1	G2	F1	F2	Total	
Directo H57	54%	0%	0%	46%	100%	MF - 4.93
Bombeado H57	51%	0%	0%	50%	100%	% de vacios
Directo H67	0%	55%	0%	45%	100%	MF - 4.78
Bombeado H67	0%	49%	0%	52%	100%	% de vacios
Minera Yanacocha	52%	0%	48%	0%	100%	% de vacios





Nota:- Verificar el cumplimiento solo para los tamices que involucra el huso granulométrico

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la Tabla n.º 55, tenemos la granulometría global del tipo de concreto bombeado H57, el porcentaje que pasa se obtiene mediante cada una de las mallas de los tamices estándar ya sea para la piedra H57 (G1) y la piedra H67 (G2) además de la arena zarandeada (F1) y la arena combinada (F2); luego se combina los agregados de acuerdo a la tabla de elección de porcentajes adjunta y también se tiene en cuenta el porcentaje de participación Individual de cada combinación, después de hacer el análisis máximo y mínimo vemos que la arena combinada (F2) cumple con la mayoría de los requerimientos según especificaciones internas especiales es decir se puede hacer las combinaciones con cada una de los husos granulométricos H67 Y H57 ya sea que el suministro sea directo o bombeado. Además en la gráfica de la curva granulométrica global podemos apreciar que en las líneas de tendencia del máximo y mínimo dentro de ella se encuentran las combinaciones de los agregados y sobre todo de la arena zarandeada que es el producto que se está optimizando en la producción del concreto premezclado.

Tabla n.º 56 : Granulometría Global para el concreto bombeado H67.

	Distribuidora Gestión de la Calidad y Mejora Continua	Norte	Pacasmayo	S.R.L.	
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD					SGC-REG-D6-D1036 Version 05

GRANULOMETRÍA GLOBAL

Planta : Cajamarca

Fecha : 10-Set-16

Imprimir

DATOS DE LA MUESTRA

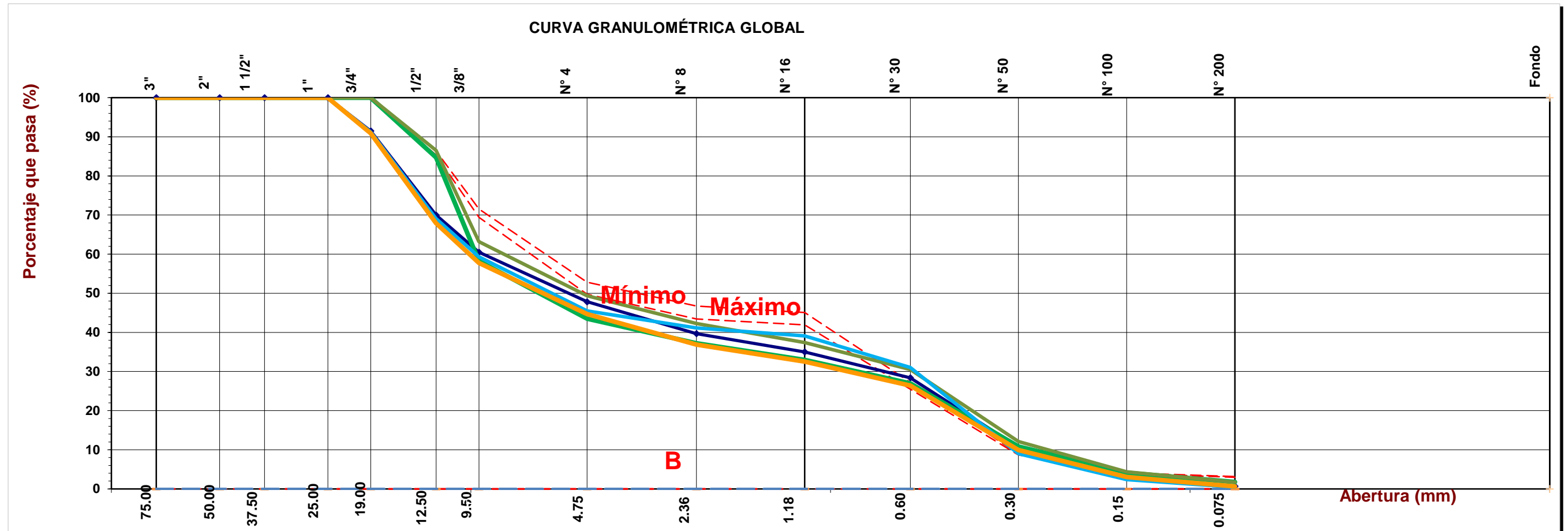
TIPO	ID MUESTRA	HUSO	T. EXTRACCIÓN	CANTERA	TIPO	ID MUESTRA	T. EXTRACCIÓN	CANTERA
G1:	IV-G-H57(CH)/RC-310115	H57	Chancado	Rio Cajamarquino	F1:	IV-F(Z)/RC-310115	Zarandeado	Rio Cajamarquino
G2:	IV-G-H67(CH)/RC-310115	H67	Chancado	Rio Cajamarquino	F2:	IV-F(Z-CH)/RC-310115	Zarandeado	Rio Cajamarquino

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	GRANULOMETRÍA (% PASA)				COMBINACIÓN AGREGADOS					Directo			Especificación Interna (Co. Especiales)			
		G1	G2	F1	F2	Directo H57	Bombeado H57	Directo H67	Bombeado H67	Minera Yanacocha	Bombeado H67		Bombeado H57		Bombeado H67		
											Mínimo	Máximo	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
3"	75.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	0	100	100	100	100	100
3/4"	19.000	83.2	100.0	100.0	100.0	90.9	91.5	100.0	100.0	91.2	100	0	100	92	93	100	100
1/2"	12.500	40.6	72.2	100.0	100.0	67.9	70.0	84.7	86.5	69.1	85	0	86	75	76	85	86
3/8"	9.500	21.8	24.1	100.0	100.0	57.8	60.5	58.3	63.2	59.3	69	0	72	64	67	69	72
Nº 4	4.750	3.5	3.0	91.0	93.0	44.7	47.8	43.5	49.3	45.5	50	0	53	47	51	50	53
Nº 8	2.360	0.2	2.3	85.5	79.9	36.9	39.7	37.2	42.3	41.1	43	0	47	41	45	43	47
Nº 16	1.180	0.2	2.3	81.2	70.5	32.6	35.0	33.0	37.4	39.1	42	0	45	40	43	42	45
Nº 30	0.600	0.2	2.3	64.4	57.1	26.4	28.4	27.0	30.5	31.0	26	0	27	24	26	26	27
Nº 50	0.300	0.2	2.3	18.4	21.3	9.9	10.7	10.8	12.1	9.0	9	0	9	8	9	9	9
Nº 100	0.150	0.2	2.3	4.6	6.3	3.0	3.3	4.1	4.4	2.4	4	0	4	4	4	4	4
Nº 200	0.075	0.2	2.3	0.7	1.1	0.6	0.7	1.8	1.7	0.4	3	0	3	3	3	3	3
Fondo	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
Mód. Finura		6.90	6.61	2.55	2.72	4.98	4.83	4.86	4.61	4.81	4.57	10.00	4.44	4.78	4.64	4.57	4.44

Elección de Porcentajes

Paso 2		Paso 1				
Grueso	Fino	G1	G2	F1	F2	
0.54	0.46	100%	0%	0%	100%	0.52
0.51	0.50	100%	0%	0%	100%	0.49
0.55	0.45	0%	100%	0%	100%	0.57
0.49	0.52	0%	100%	0%	100%	0.51
0.52	0.48	100%	0%	100%	0%	

Porcentaje de participación individual						Referencia
Combinación	G1	G2	F1	F2	Total	
Directo H57	54%	0%	0%	46%	100%	MF - 4.93
Bombeado H57	51%	0%	0%	50%	100%	% de vacios
Directo H67	0%	55%	0%	45%	100%	MF - 4.78
Bombeado H67	0%	49%	0%	52%	100%	% de vacios
Minera Yanacocha	52%	0%	48%	0%	100%	% de vacios



Nota:- Verificar el cumplimiento solo para los tamices que involucra el huso granulométrico

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la Tabla n.º 56, se observa la granulometría global del tipo de concreto bombeado H67, el porcentaje que pasa se obtiene mediante cada una de las mallas de los tamices estándar ya sea para la piedra H57 (G1) y la piedra H67 (G2) además de la arena zarandeada (F1) y la arena combinada (F2); luego se combina los agregados de acuerdo a la tabla de elección de porcentajes adjunta y también se tiene en cuenta el porcentaje de participación Individual de cada combinación, después de hacer el análisis máximo y mínimo vemos que la arena combinada (F2) cumple con la mayoría de los requerimientos según especificaciones internas especiales es decir se puede hacer las combinaciones con cada una de los husos granulométricos H67 Y H57 ya sea que el suministro sea directo o bombeado. Además en la gráfica de la curva granulométrica global podemos apreciar que en las líneas de tendencia del máximo y mínimo dentro de ella se encuentran las combinaciones de los agregados y sobre todo de la arena zarandeada que es el producto que se está optimizando en la producción del concreto premezclado. Después de haberse hecho el análisis de la granulometría global para los husos H57 y H67 también se hace la evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para los finos que pasan la malla N°200 y además a ese contenido de finos se le hace la prueba de equivalentes de arena correspondientes ya a la mejora o el después de haber hecho el uso de las arena combinada. También después se hace el análisis de cloruros, sulfatos, sales solubles, carbón y lignito, partículas livianas e impurezas orgánicas realizado para ver los límites permisibles con los que se cuenta en cada de los agregados finos y gruesos.




	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	 SGC-REG-06-D1088 Versión 00						
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO							
EVALUACIÓN DE FINOS MEDIANTE ENSAYO DE AZUL DE METILENO (NORMA DE ENSAYO: ASTM C837-09)								
Laboratorio : Chiclayo Ubicación : Carretera a Pimentel Mz. E, Lote 1, Z. Industrial N° Informe : AM-008-OD/15		Fecha de ensayo : 06-Abr-16 Técnico : José Moste Responsable : Ing. Osmar Valverde						
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA: IV-F(CH)/RC-310315 TIPO DE MUESTRAS : Agregado CONTENIDO ORIGINAL DE FINOS : 10.6% CANTERA : RIO CAJAMARQUINO MUESTRA : Arena chancada MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca								
PROCEDIMIENTO : $MBI = \frac{(E+V)}{w} \times 100$								
Donde: E : Concentración de la solución de azul de metileno V : ml de solución de azul de metileno requerida W : Cantidad de muestra seca que pasa la malla #200 (gr)								
RESULTADOS : <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>E :</td> <td style="text-align: center;">0.06</td> </tr> <tr> <td>V :</td> <td style="text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <td>W :</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>			E :	0.06	V :	16	W :	10
E :	0.06							
V :	16							
W :	10							
<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Índice de azul de metileno</td> <td style="padding: 5px;">MBI*</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">9.6</td> </tr> </table>			Índice de azul de metileno	MBI*	9.6			
Índice de azul de metileno	MBI*	9.6						
Observaciones: *MBI =Índice de azul de metileno en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla. Evaluar rechazo o combinación con agregado limpio								
 Optimización & Desarrollo Ing. Osmar Valverde								

Figura n.º 35: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para finos de cantera Rio Cajamarquino.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, como resultado de esta prueba podemos observar que el índice de azul de metileno es de 9.6 mili-equivalentes de arcilla por cada 100 gramos de arcilla en un 10.6 % original de finos; esto nos quiere decir que es un índice considerable de arcilla concentrada en la arena chancada para alcanzar la resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.




	<p>Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua</p>										
	<p>INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO</p>										
<p>EVALUCIÓN DE FINOS MEDIANTE ENSAYO DE AZUL DE METILENO (NORMA DE ENSAYO: ASTM C837-09)</p>											
<p>Laboratorio : Chiclayo Ubicación : Carretera a Pimentel Mz. E, Lote 1, Z. Industrial N° Informe : AM-010-OD/15</p>		<p>Fecha de ensayo : 06-Abr-16 Técnico : José Moste Responsable : Ing. Osmar Valverde</p>									
<p>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA: IV-G-H67(CH)/RC-310315</p> <p>TIPO DE MUESTRAS : Agregado CONTENIDO ORIGINAL DE FINOS : 10.8% CANTERA : RIO CAJAMARQUINO</p> <p>MUESTRA : Piedra Chancada (pasante de malla N°4) MUESTREO : Planta Premezclados Cajamarca</p>											
<p>PROCEDIMIENTO : MBI=((E+V)/w)*100</p> <p>Donde: E : Concentración de la solución de azul de metileno V : ml de solución de azul de metileno requerida W : Cantidad de muestra seca que pasa la malla #200 (gr)</p> <p>RESULTADOS :</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>E :</td> <td style="text-align: center;">0.06</td> </tr> <tr> <td>V :</td> <td style="text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <td>W :</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-left: 20px; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Indice de azul de metileno</td> <td style="width: 20%;">MBI*</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">9.6</td> </tr> </table> <p>Observaciones: *MBI =Indice de azul de metileno en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla.</p> <p>Evaluar rechazo o combinación con agregado limpio</p> <p style="text-align: center;">  Optimización & Desarrollo Ing. Osmar Valverde </p>			E :	0.06	V :	16	W :	10	Indice de azul de metileno	MBI*	9.6
E :	0.06										
V :	16										
W :	10										
Indice de azul de metileno	MBI*	9.6									

Figura n.º 37: Evaluación de finos mediante ensayo de azul de metileno para agregados gruesos de cantera Rio Cajamarquino.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, tenemos como resultado de esta prueba podemos que el índice de azul de metileno es de 9.6 mili-equivalentes de arcilla por cada 100 gramos de arcilla en un 10.8 % original de finos; esto nos quiere decir que es un índice óptimo de arcilla concentrada en la piedra chancada para alcanzar la resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado.

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		SOC-REG-06-D1501 Versión 01

Laboratorio :	Optimización & Desarrollo	Informe. N°	EA-014-OD/15
Ubicación :	Parque Industrial Mz. E, lote 1 - Chiclayo	Fecha	13/04/16

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA DE ENSAYO: NTP 339.146 / ASTM D2419)

Imprimir

Planta : Premezclados Chiclayo	Fecha : 06-Abr-16
Ubicación : -	Técnico : José Moste
Proyecto : -	Responsable : Ing. Osmar Valverde

MUESTRA : IV-F(CH)/RC-310315 CANTERA : Río Cajamarquino MUESTREO : Acopio en Planta	SUB-MUESTRAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	5.75	
Hora de entrada a saturación	15:04	15:06	15:08	15:10	
Hora de salida de saturación (mas 10')	15:14	15:16	15:18	15:20	
Hora de entrada a decantación	15:16	15:18	15:20	15:22	
Hora de salida de decantación (mas 20')	15:36	15:38	15:40	15:42	
Altura máxima de material fino (ln)	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7
Altura máxima de arena (ln)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Calculo de Equivalente de Arena (%)	77	75	75	75	75.5

Valor del Equivalente de Arena Se redondea al número entero superior mas próximo

Observaciones:


 Ing. Osmar Valverde
 Optimización & Desarrollo

Figura n.º 38: Equivalentes de Arena Chancada para cantera Río Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la anterior figura, como resultado de esta prueba podemos observar que el equivalente de arena es de 76% en 4 sub muestras que pasan la malla n°04 esto nos quiere decir que es un % de material adecuado para alcanzar una resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado ya que para concretos utilizados en rellenos se necesita de 65% a 75% de equivalente de arena para alcanzar una dureza \leq a 210 kg/cm y si esté % de equivalente es mayor entonces la dureza será también mayor a 210 kg/cm².

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD	

Laboratorio :	Optimización & Desarrollo	Informe. N°	EA-015-OD/15
Ubicación :	Parque Industrial Mz. E, lote 1 - Chiclayo	Fecha	13/04/16

EQUIVALENTE DE ARENA
(NORMA DE ENSAYO: NTP 339.146 / ASTM D2419)

Imprimir

Planta : Premezclados Chiclayo	Fecha : 06-Abr-16
Ubicación : -	Técnico : José Moste
Proyecto : -	Responsable : Ing. Osmar Valverde

MUESTRA : IV-F(Z)/RC-310315 CANTERA : Río Cajamarquino MUESTREO : Acopio en Planta	SUB-MUESTRAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	5.75	
Hora de entrada a saturación	16:13	16:15	16:17	16:19	
Hora de salida de saturación (mas 10')	16:23	16:25	16:27	16:29	
Hora de entrada a decantación	16:25	16:27	16:29	16:31	
Hora de salida de decantación (mas 20')	16:45	16:47	16:49	16:51	
Altura máxima de material fino (ln)	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5
Altura máxima de arena (ln)	3.8	3.8	3.7	3.8	3.8
Calculo de Equivalente de Arena (%)	87	87	83	85	85.5

Valor del Equivalente de Arena Se redondea al número entero superior mas próximo

Observaciones:


 Ing. Osmar Valverde
 Optimización & Desarrollo

Figura n.º 39: Equivalentes de Arena Zarandeada para cantera Río Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, presentamos como resultado de esta prueba el equivalente de arena es de 86% en 4 sub muestras que pasan la malla n°04 esto nos quiere decir que es un % de material adecuado para alcanzar una resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado ya que para concretos utilizados en rellenos se necesita de 65% a 75% de equivalente de arena para alcanzar una dureza \leq a 210 kg/cm² y si esté % de equivalente es mayor entonces la dureza será también mayor a 210 kg/cm².

	Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Gestión de la Calidad y Mejora Continua	
	INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD		SGC-REG-06-D1501 Version 01

Laboratorio : Optimización & Desarrollo
 Ubicación : Parque Industrial Mz. E, lote 1 - Chiclayo

Informe. N°	EA-015-OD/15
Fecha	13/04/16

EQUIVALENTE DE ARENA
 (NORMA DE ENSAYO: NTP 339.146 / ASTM D2419)

Imprimir

Planta : Premezclados Chiclayo	Fecha : 11-Abr-16
Ubicación : -	Técnico : José Moste
Proyecto : -	Responsable : Ing. Osmar Valverde

MUESTRA : IV-G-H67(CH)/RC-310315 CANTERA : Río Cajamarquino MUESTREO : Acopio en Planta (Pasante de malla N°4)	SUB-MUESTRAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	5.75	
Hora de entrada a saturación	10:56	10:58	11:00	11:02	
Hora de salida de saturación (mas 10')	11:06	11:08	11:10	11:12	
Hora de entrada a decantación	11:08	11:10	11:12	11:14	
Hora de salida de decantación (mas 20')	11:28	11:30	11:32	11:34	
Altura máxima de material fino (In)	5.2	5.0	5.2	5.0		5.1
Altura máxima de arena (In)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Cálculo de Equivalente de Arena (%)	64	66	64	66	65.0

Valor del Equivalente de Arena Se redondea al número entero superior mas próximo

Observaciones:


 Ing. Osmar Valverde
 Optimización & Desarrollo

Figura n.º 40: Equivalentes de Arena para cantera Río Cajamarquino según norma de ensayo NTP 339.146/ASTM D2419 para agregados H67.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, como resultado de esta prueba podemos observar que el equivalente de arena es de 65% en 4 sub muestras que pasan la malla n°04 esto nos quiere decir que es un % de material considerable para alcanzar una resistencia requerida en cada dosificación de cada concreto premezclado ya que para concretos utilizados en rellenos se necesita de 65% a 75% de equivalente de arena para alcanzar una dureza \leq a 210 kg/cm y si este % de equivalente de arena es mayor entonces la dureza será también mayor a 210 kg/cm².

INFORME DE ENSAYO

Solicitante: DINO S.R.L.
Tipo de ensayo: Determinación de cloruros, sulfatos, sales solubles carbón y lignito, partículas livianas e impurezas orgánicas en 04 (cuatro) muestras de agregados.
Fecha: 18-02-16

RESULTADOS

Ensayo	Código	Q-092/15	Q-093/15	Q-094/15	Q-095/15
Cloruros ¹	%	0,0023	0,0034	0,0035	0,0030
	ppm	23	34	35	30
Sulfatos ¹	%	0,0178	0,0147	0,0105	0,0177
	ppm	178	147	105	177
Sales solubles ²	%	0,0253	0,0285	0,0227	0,0234
	ppm	253	285	227	234
Carbón y lignito ³	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Partículas livianas ³	%	0,04	0,02	0,06	0,11
Impurezas orgánicas ⁴		Más clara que la solución de la referencia.	Más clara que la solución de la referencia	-, -	-, -

Métodos: ¹ NTP 400.042 ² NTP 339.152 ³ ASTM C 123 (G.E. < 2,0) ⁴ ASTM C 40

Descripción de las muestras: las muestras fueron alcanzadas por el solicitante con la siguiente descripción:

Q-092/15: "IV-F(Z)/RC-310115".
Q-093/15: "IV-F(CH)/RC-310115".
Q-094/15: "IV-G-H57(CH)/RC-310115".
Q-095/15: "IV-G-H67(CH)/RC-310115".

Fecha de recepción de muestras: 18-02-16




Dr. Ing. José Luis Barranzuela Q.

Av. Ramón Mugica 131 – Urb. San Eduardo
Teléfono: (51-73) 284500 Fax (51-73) 284510
Apartado postal 303
web: http://www.udp.edu.pe

Laboratorio:
Teléfono: (51-73)284300 – Anexo: 3378
Celular: 969026927 RPM: #288447
e-mail: quimica@udp.edu.pe

Figura n.º 41: Resultados de determinación de cloruros, sulfatos, sales solubles, carbón y lignito, partículas livianas e impurezas orgánicas en 4 muestras de agregados.

Fuente y Elaboración: Universidad de Piura-Laboratorio de Química.

La figura n.º 41, nos muestra claramente los parámetros en los que se encuentra cada uno de los agregados ya sean finos (zarandeados y chancados) o gruesos de uso H57 y H67.

- Tercero se determinara el porcentaje de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para los dos tipos de agregados (H57 y H67).

Estos ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos “e” en el tipo de concreto que por cierto debe de tenerse en cuenta de ajustarse al mejor nivel de error y con un mayor coeficiente de correlación.

Tabla n.º 57 : Determinación del % de combinación de agregados mediante densidad y relaciones volumétricas para arena zarandeada y agregado de uso H57.

	Distribuidora Gestión de la Calidad y Mejora Continua	Norte	Pacasmayo	S.R.L.	

Planta :	Premezclados Cajamarca	Fecha :	29-Oct-16
Ubicación :	Llacanora-Cajamarca	Técnico :	Telmo Muñoz Velasquez
Proyecto :	Atención de la demanda Local	Responsable :	Fernando Salazar Alcantara

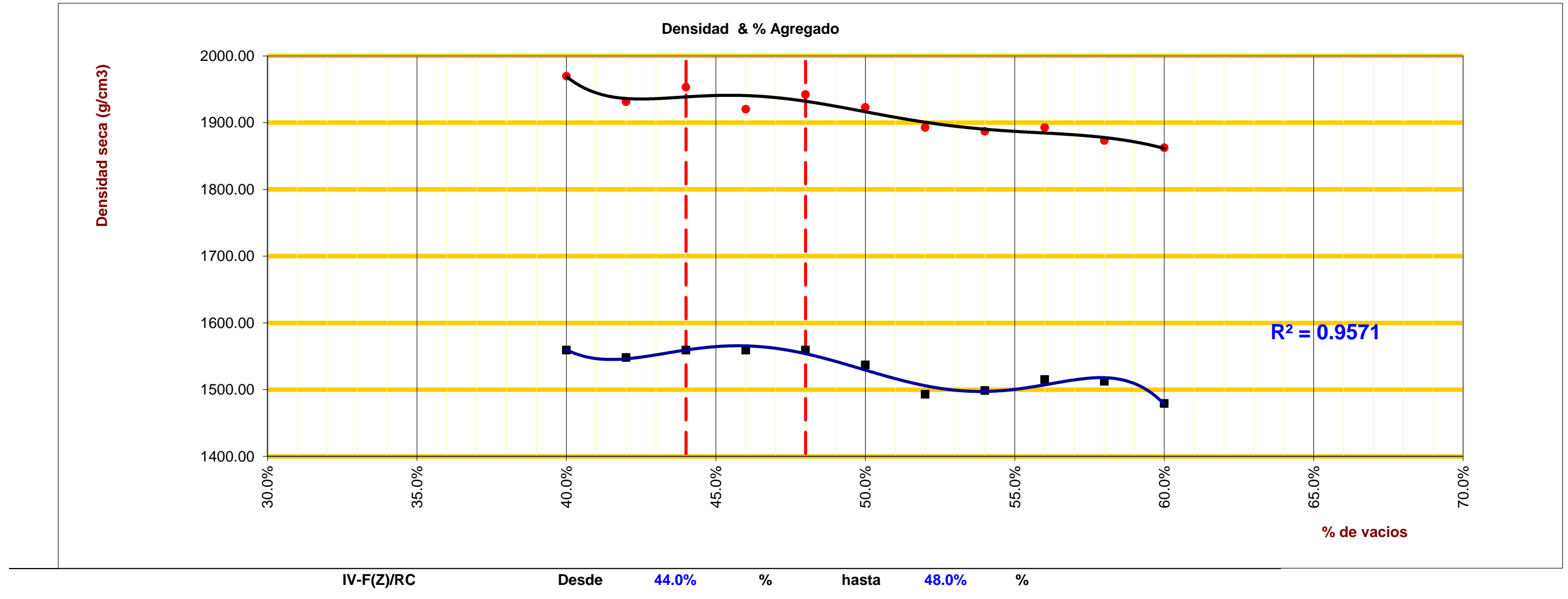
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS, MEDIANTE DENSIDAD Y RELACIONES VOLUMÉTRICAS

Datos			
Identificación Agregados	PE masa (kg/m³)	Humedad (%)	Volúmen del molde (V) 0.007 m³
1 IV-F(Z)/RC	2570	4.1%	
2 IV-G-H57(CH)/RC	2570	2.0%	

Distribución del material													
Masa teórica	[kg]	30											
1 IV-F(Z)/RC	[%]	40%	42%	44%	46%	48%	50%	52%	54%	56%	58%	60%	
2 IV-G-H57(CH)/RC	[%]	60%	58%	56%	54%	52%	50%	48%	46%	44%	42%	40%	
3 IV-F(Z)/RC	[kg]	12.00	12.60	13.20	13.80	14.40	15.00	15.60	16.20	16.80	17.40	18.00	
4 IV-G-H57(CH)/RC	[kg]	18.00	17.40	16.80	16.20	15.60	15.00	14.40	13.80	13.20	12.60	12.00	

PUS														
3	Peso del molde + muestra	[kg]	16.30	16.22	16.30	16.30	16.30	16.14	15.82	15.86	15.98	15.96	15.72	
2	Peso del molde	[kg]	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	
4	Peso de la muestra	[kg]	(3)-(2)	11.32	11.24	11.32	11.32	11.16	10.84	10.88	11.00	10.98	10.74	
Densidad		[kg/m³]	(4)/(V)	1559	1548	1559	1559	1559	1537	1493	1499	1515	1512	1479
% de vacíos "e"		[%]		69.5%	70.8%	69.6%	69.7%	69.8%	72.3%	77.4%	76.9%	75.0%	75.4%	79.4%

PUV														
3a	Peso del molde + muestra	[kg]	19.28	19.00	19.16	18.92	19.08	18.94	18.72	18.68	18.72	18.58	18.50	
2a	Peso del molde	[kg]	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	
4a	Peso de la muestra	[kg]	(3a)-(2a)	14.30	14.02	14.18	13.94	14.10	13.96	13.74	13.70	13.74	13.60	13.52
Densidad		[kg/m³]	(4a)/(V)	1970	1931	1953	1920	1942	1923	1893	1887	1893	1873	1862
% de vacíos "e"		[%]		34.2%	36.9%	35.4%	37.8%	36.3%	37.7%	40.0%	40.5%	40.1%	41.6%	42.5%



Fernando Salazar Alcantara
Supervisor de Control de Calidad

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Según la Tabla n.º 57, los ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados para el huso granulométrico H57 a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos “e” en el tipo de concreto que por cierto debe de tenerse en cuenta de ajustarse al menor nivel de error y con un mayor coeficiente de correlación que este caso se analiza con 95.71%. En la gráfica nos muestra la variación de acuerdo al % de vacíos mediante la densidad y sus variaciones ya sea para el suministro bombeado o directo y que están dentro de los parámetros requeridos.

Tabla n.º 58 : Determinación del % de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas para arena zarandeada y agregado de huso H67.

	Distribuidora Gestión de la Calidad y Mejora Continua	Norte	Pacasmayo	S.R.L.	

Planta :	Premezclados Cajamarca	Fecha :	29-Oct-16
Ubicación :	Llacanora-Cajamarca	Técnico :	Oscar Vásquez Silva
Proyecto :	Atención de la demanda Local	Responsable :	Fernando Salazar Alcantara

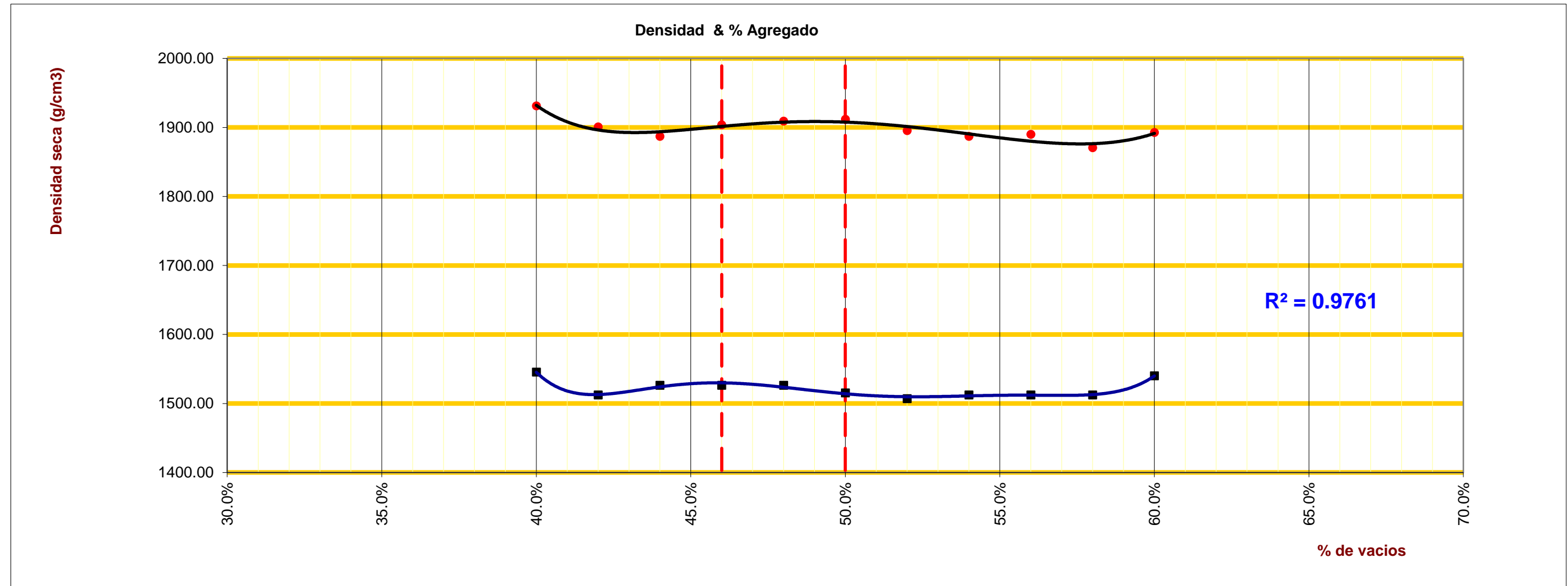
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS, MEDIANTE DENSIDAD Y RELACIONES VOLUMÉTRICAS

Datos												
Identificación Agregados	PE masa (kg/m³)	Humedad (%)	Volumen del molde (V) 0.007 m³									
1 IV-F(Z)/RC	2570	4.8%										
2 IV-G-H67(CH)/RC	2550	2.8%										

Distribución del material												
Masa teórica	[kg]	30										
1 IV-F(Z)/RC	[%]	40%	42%	44%	46%	48%	50%	52%	54%	56%	58%	60%
2 IV-G-H67(CH)/RC	[%]	60%	58%	56%	54%	52%	50%	48%	46%	44%	42%	40%
3 IV-F(Z)/RC	[kg]	12.00	12.60	13.20	13.80	14.40	15.00	15.60	16.20	16.80	17.40	18.00
4 IV-G-H67(CH)/RC	[kg]	18.00	17.40	16.80	16.20	15.60	15.00	14.40	13.80	13.20	12.60	12.00

PUS												
3	Peso del molde + muestra	[kg]	16.20	15.96	16.06	16.06	15.98	15.92	15.96	15.96	15.96	16.16
2	Peso del molde	[kg]	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98
4	Peso de la muestra	[kg]	(3)-(2) 11.22	10.98	11.08	11.08	11.00	10.94	10.98	10.98	10.98	11.18
Densidad		[kg/m³]	(4)/(V) 1545	1512	1526	1526	1515	1507	1512	1512	1512	1540
% de vacíos "e"		[%]	71.5%	75.3%	73.8%	73.9%	74.0%	75.4%	76.4%	75.9%	76.0%	73.0%

PUV													
3a	Peso del molde + muestra	[kg]	19.00	18.78	18.68	18.80	18.84	18.86	18.74	18.68	18.70	18.56	18.72
2a	Peso del molde	[kg]	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98
4a	Peso de la muestra	[kg]	(3a)-(2a) 14.02	13.80	13.70	13.82	13.86	13.88	13.76	13.70	13.72	13.58	13.74
Densidad		[kg/m³]	(4a)/(V) 1931	1901	1887	1904	1909	1912	1895	1887	1890	1871	1893
% de vacíos "e"		[%]	37.2%	39.5%	40.6%	39.4%	39.1%	39.0%	40.3%	40.9%	40.8%	42.3%	40.8%



IV-F(Z)/RC

Desde **46.0%** % hasta **50.0%** %

Fernando Salazar Alcantara

Supervisor de Control de Calidad

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Según la Tabla n.º 58, los ensayos consisten en determinar el porcentaje de combinación de agregados para el huso granulométrico H67 a través de densidad y relaciones volumétricas, donde se analizara mediante los pesos unitarios sueltos (PUS) y pesos unitarios compactos (PUC), para finalmente identificar el porcentaje de vacíos “e” en el tipo de concreto que por cierto debe de tenerse en cuenta de ajustarse al menor nivel de error y con un mayor coeficiente de correlación que este caso se analiza con 97.61%. En la gráfica nos muestra la variación de acuerdo al % de vacíos mediante la densidad y sus variaciones ya sea para el suministro bombeado o directo y que están dentro de los parámetros requeridos.



Figura n.º 42: Imágenes de Muestreo en el Laboratorio de la Planta DINO S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, mostramos la intervención que tuvimos en cada uno de los ensayos internos que se realizó en laboratorio de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, ya que los resultados obtenidos en laboratorio certifican y sustentan los ahorros que se generaron para cada tipo de concreto premezclado, es decir, el ahorro en el costo de producción por cada metro cúbico de los 7 tipos de concreto premezclado en los que se logró optimizar con dichos ensayos.



Figura n.º 43: Imagen con el Supervisor de Control de Calidad y Producción el Laboratorio de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura anterior, Presentamos una imagen con el Supervisor de Control de Calidad y Producción el cual realizó todo el monitoreo en cuanto a la implementación de los nuevos dosificados para los 7 tipos de productos que se lograron optimizar, con los ensayos tanto internos como externos.



Figura n.º 44: Imagen con el Técnico de Control de Calidad y Producción el Laboratorio de la Planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura n.º 44, Presentamos una imagen con el Técnico de Calidad y Producción el cual realizó toda la mano de obra en cuanto a la implementación de los nuevos dosificados para los 7 tipos de productos que se lograron optimizar, con los ensayos tanto internos como externos.

- Cuarto se realizará un cuadro resumen de los módulos de finura, su reducción que se obtendrá por cada tipo de concreto y su respectivo costeo.

Este último paso consiste en hacer un resumen detallando el tipo de agregado ver Tabla n.º. 61, los módulos de finura aceptados y los módulos de finura actuales, la diferencia que hay entre ellos, y finalmente el costo que se logró optimizar. Además de hacer la comparación respectiva entre el modulo actual y modulo anterior sabiendo que no debe sobrepasar el ± 0.20 .

Tabla n.º 59 : Resumen de la reducción de costos por m³ en los tipos de concretos y módulos de finura aceptados.

TIPOS DE CONCRETO	MODULO	MODULO	DIFERENCIA	COSTO D.	COSTO D.	AHORRO
	FINURA	FINURA				
	ACEPTADO	ACTUAL				
C100-MS-H57-A4	4.73	4.83	-0.09			
C140-MS-H57-A4	4.78	4.88	-0.10			
C175-MS-H57-A4	4.83	4.93	-0.10			
C210-MS-H57-A4	4.87	4.98	-0.11	S/. 174.52	S/. 171.11	S/. 3.41
C210-MS-H67-A4	4.74	4.86	-0.12	S/. 178.02	S/. 175.01	S/. 3.01
C245-MS-H57-A4	4.92	5.03	-0.11			
C280-MS-H57-A4	4.97	5.08	-0.11	S/. 201.71	S/. 200.67	S/. 1.03
C175-MS-H57-A5	4.71	4.78	-0.07			
C210-MS-H57-A5	4.76	4.83	-0.07	S/. 176.61	S/. 173.65	S/. 2.96
C175-MS-H67-A5	4.50	4.55	-0.04			
C210-MS-H67-A5	4.54	4.59	-0.05	S/. 180.01	S/. 177.51	S/. 2.50
C245-MS-H57-A5	4.80	4.88	-0.08			
C245-MS-H67-A5	4.58	4.64	-0.06			
C280-MS-H57-A5	4.85	4.93	-0.08	S/. 204.55	S/. 203.46	S/. 1.10
C280-MS-H67-A5	4.62	4.69	-0.07	S/. 208.71	S/. 207.46	S/. 1.26

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Después de haber desarrollado los ensayos y haber determinado el porcentaje de combinación de agregados, mediante densidad y relaciones volumétricas se llegara a determinar las nuevas dosificaciones de mezclas que se presentan a continuación en las siguientes tablas.

Tabla n.º 60: Resumen de dosificaciones de mezclas de concreto del antes.

DINO		Sistema de Gestión de Calidad SGC-ISO 9001															ISO 9001								
Actualizado al: 20/07/16		RESUMEN DE DOSIFICACIONES DE MEZCLA DE CONCRETO															SGC-REQ-06-D-1017 Versión 03								
DESCRIPCIÓN Y PROCEDENCIA DE AGREGADOS		CONDICIÓN DE LOS AGREGADOS										FECHA													
Arena 1: Arena zarandeada La Victoria		Piedra 1: Piedra chancada H57		<input checked="" type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Humedo		20-sep-12		16-mar-13																	
Arena 2: Arena Chancada		Piedra 2: Piedra Chancada H57				Arena 1: 2.2		2.2																	
DESCRIPCIÓN DE ADITIVOS		* La humedad de los agregados se indica a plé de cuadro										Arena 2: 2.1 <th colspan="2">2.1 </th>		2.1											
Aditivo 1: Sikament 290 N		Aditivo 3: Plastiment TM 12		Aditivo 5: Sika Rapid 1		Arena 1: 1.8		1.8																	
Aditivo 2: Sikament TM 140		Aditivo 4: Sika Aer				Piedra 1: 1.6		1.6																	
Nº	Tipo Cemento	Clase de Concreto	Dosificación kg/m³ (888)											Características del Concreto								Aplicación			
			Cemento	Agua	Arena		Piedra		Aditivo					PUCF	Aceril. (pulg)	Tipo de Suministro	Relación a/mo	Cemento/PU CF (%)	Dosis Máxima de Aditivo (%mas de cemento)*						
					Arena 1	Arena 2	Piedra 1	Piedra 2	Aditivo 1		Aditivo 2		Aditivo 3						Aditivo 4	Aditivo 5	Aditivo 1		Aditivo 2	Aditivo 3	Aditivo 4
Planta		Obra		Planta		Obra		Planta		Obra		Obra													
CONCRETO SUPERPLASTIFICADO																									
15.0		C24S-M5-H57-A7	335	191	831		964	2.35	0.67						2,324	7±1½"	B	0.57	14.42%	0.90%					Placas, columnas
16.0		C35D-M5-H57-A7	470	202	767		903			5.64		0.71			2,348	7±1½"	B	0.43	20.02%		1.20%	0.15%			
CONCRETO POR VOLUMEN																									
17.0		C1:8-M5-H57-A5	235	207	995	0	884	0.94	0.47						2,322	5±1½"	B	0.88	10.12%	0.60%					Contrapisos
18.0		C1:10-M5-H57-A5	205	203	1,053	0	864	1.03	0.41						2,327	5±1½"	B	0.99	8.81%	0.70%					Contrapisos
CONC. DE RESISTENCIA ACELERADA																									
19.0		C80(10)-M5-H57-AUTONIVELANTE	475	190	842		811			7.13		0.38		19.00	2,344	5±1½"	B	0.40	20.26%		1.50%	0.08%			
20.0		C280(30)-M5-H57-A5	513	195	757		891			6.93		0.51			2,364	5±1½"	B	0.38	21.70%		1.35%	0.10%			
21.0		C210(70)-M5-H57-A5	390	195	857		898	2.93	0.59						2,343	5±1½"	B	0.50	16.64%	0.90%					Losas, Placas
CONCRETO POR DURABILIDAD																									
22.0		A/C-0.45-M5-H57-A5	410	185	764		980			4.10	0.82	0.62			2,344	5±1½"	B	0.45	17.49%		1.20%	0.15%			Piscina, Sistema
22.1		A/C-0.45-M5-H57-A5	410	185	794		974			4.92	0.82	0.82			2,369	5±1½"	B	0.45	17.31%		1.40%	0.20%			Piscina, Sistema
23.0		A/C-0.50-M5-H57-A5	370	185	868		943	2.59	0.74						2,369	5±1½"	B	0.50	15.62%	0.90%					Piscina, Sistema
23.0		A/C-0.50-M5-H57-A7 MINA	380	190	894		865			4.56	0.76	0.57			2,335	5±1½"	B	0.50	16.27%		1.40%	0.15%			Piscina, Sistema
PAVIMENTOS INDUSTRIALES																									
24.0		C4.5MPa-M5-H57-A4	420	189	797		938			4.20	0.42	0.84			2,349	4±1"	B	0.45	17.88%		1.10%	0.20%			Pavimentos
25.0		C4.8MPa-M5-H57-A5	440	189	770		945			4.40	0.44	0.88			2,350	4±1"	B	0.43	18.72%		1.10%	0.20%			Pavimentos
CONCRETO FIBROREFORZADO																									
26.0		C175-M5-H57-A5 (FP)	270	194	957		925	1.38	0.68						2,349	5±1½"	B	0.72	11.50%	0.76%					Placas
27.0		C210-M5-H57-A5 (FP)	310	198	943		873	2.17	0.47						2,327	5±1½"	B	0.64	13.32%	0.85%					Losas de Techo
MORTEROS																									
28.0		M01:5-M5-A4	325	244	1,730	0		1.30	0.81						2,301	5±1½"	B	0.75	14.13%	0.65%					Contrapisos

NOTAS.- 1 La dosis de aditivo a colocar en obra es opcional, depende de la distancia de transporte y temperatura ambiental, según los criterios definidos en SGC-PRO-06-D-1004 Procedimiento de verificación de concreto fresco en planta y obra
2 El % máximo de aditivo corresponde a la sumatoria del aditivo que se coloca en planta y en obra, *Bajo ninguna circunstancia se colocará aditivo al concreto excediendo esta dosis máxima.
3 Los diseños con arena chancada serán utilizados solo para estructuras verticales.

* HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

FECHA	ARENA LA VICTORIA (%)	ARENA CHANCADA (%)	PIEDRA CHANCADA TMN H57 (%)	PIEDRA CHANCADA TMN H87 (%)

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Tabla n.º 61 : Diseño de dosificaciones de concreto premezclado actual.

DINO		Sistema de Gestión de Calidad SGC-ISO 9001																				RESUMEN DE DOSIFICACIONES DE MEZCLA DE CONCRETO		PLANTA DE PREMEZCLADOS CAJAMARCA		ISO 9001				
Actualizado al: 10/09/16																										SGC-ISO-06-01017 Versión 06				
DESCRIPCIÓN Y PROCEDENCIA DE AGREGADOS		EQUIPO DOSIFICADOR										ABSORCIÓN DE AGREGADOS (%)																		
Arena 1: Río Cajamarquino (Zarandeado)		Piedra 1: H67 Río Cajamarquino (Chancado)		Botonmac										FECHA		-														
Arena 2: Río Cajamarquino (Combinado)		Piedra 2: H67 Río Cajamarquino (Chancado)		CONDICIÓN DE LOS AGREGADOS										Arena 1		-														
Aditivo 1: Sikament 290N		Aditivo 4: Viscoflow 50		Aditivo 7: Sika 1		Aditivo 10:		Humedo										Arena 2		-										
Aditivo 2: Sikament TM-150		Aditivo 5: Sikament TM-140		Aditivo 8: Viscocrete 3330		Aditivo 11:		Seco										Piedra 1		-										
Aditivo 3: Piedment TM-12		Aditivo 6: Sika Aer		Aditivo 9: Viscocrete 2220														Piedra 2		-										
																		Piedra 3		-										
Nº	Tipo Cemento	Concreto		Dosificación Materiales/m3 (SSS - Betonmac)										Características del Concreto																
		Código	Descripción	Cemento	Agua	Arena				Piedra				Aditivos (kg)					Enduro 600	SikaFI ber 50 PE	PUCF	Asent. (pulg)	Tipo de Suministro	Relación a/mc	Cemento/UCF (%)	Dosis máxima de Aditivo (% masa cemento)*				APLICACIÓN
						Arena 1	Arena 2	Piedra 1	Piedra 2	Aditivo 1 Tipo D	Aditivo 2 Tipo G	Aditivo 3 Tipo D	Aditivo 5 Tipo F	Aditivo 6 Tipo C	Aditivo 7 Tipo C	Aditivo 8 Tipo I	Aditivo 9 Tipo II	Aditiv o 1								Aditiv o 2	Aditiv o 3	Aditiv o 5		
Concreto Directo																														
1	MS	C100-MS-H57-A4	205	187		963	991			1.44									2,347	4±1"	Directo	0.91	8.73%	0.90%				Solados, Rellenos		
2		C140-MS-H57-A4	230	181		936	1,010			1.65										2,359	4±1"	Directo	0.79	9.75%	0.90%				Solados, Rellenos	
3		C175-MS-H57-A4	250	175		906	1,025			2.25										2,358	4±1"	Directo	0.70	10.60%	0.90%				Falso piso, veredas	
4		C210-MS-H57-A4	285	188		858	1,019			2.59										2,353	4±1"	Directo	0.66	12.11%	0.95%				Zapatas, losas de concreto	
4		C210-MS-H67-A4	290	191		836		1,019		2.64										2,339	4±1"	Directo	0.66	12.40%	0.95%				Zapatas, losas de concreto	
5		C245-MS-H57-A4	325	192		815	1,016			2.88										2,351	4±1"	Directo	0.59	13.82%	0.95%				Zapatas, Plateas de cimentación	
6	C280-MS-H57-A4	350	189		789	1,033					0.35	3.15							2,364	4±1"	Directo	0.54	14.81%		0.15%	1.40%				
Concreto Plastificado																														
1	MS	C100-MS-H57-A5	210	191		1,036	911			1.89									2,349	5±1 1/2"	Bombeado	0.91	8.94%	0.90%				Solados, Rellenos		
2		C140-MS-H57-A5	235	185		1,013	927			2.07										2,362	5±1 1/2"	Directo	0.79	9.95%	0.90%					
7		C175-MS-H57-A5	255	178		978	962			2.30										2,375	5±1 1/2"	Bombeado	0.70	10.74%	0.90%					
8		C210-MS-H57-A5	290	191		922	952			2.64										2,358	5±1 1/2"	Bombeado	0.66	12.30%	0.95%				Losas Algeradas, zapatas	
9		C175-MS-H67-A5	260	182		1,009		890		2.34										2,343	5±1 1/2"	Bombeado	0.70	11.10%	0.90%					
10		C210-MS-H67-A5	295	195		856		886		2.68										2,334	5±1 1/2"	Bombeado	0.66	12.64%	0.95%					
11		C245-MS-H57-A5	330	195		878	951			2.99										2,357	5±1 1/2"	Bombeado	0.59	14.00%	0.95%					
12		C245-MS-H67-A5	335	198		909		883		3.03										2,328	5±1 1/2"	Bombeado	0.59	14.39%	0.95%					
13		C280-MS-H57-A5	355	192		847	962					0.36	3.30							2,359	5±1 1/2"	Bombeado	0.54	15.05%		0.15%	1.40%			
14		C280-MS-H67-A5	360	194		881		898				0.36	3.35							2,336	5±1 1/2"	Bombeado	0.54	15.41%		0.15%	1.40%			
15	C315-MS-H57-A5	395	182		819	977					0.40	4.74							2,379	5±1 1/2"	Bombeado	0.46	16.61%		0.15%	1.40%				
16	C350-MS-H57-A5	440	189		780	954					0.59	6.16							2,370	5±1 1/2"	Bombeado	0.43	18.57%		0.15%	1.40%				
Concreto superplastificado																														
10		C210-MS-H67-A6	300	198		943		886	2.73										2,330	6±1 1/2"	Bombeado	0.66	12.88%	0.95%						
Concreto por durabilidad																														
17	MS	C315-MS-H67-A5/0.45	410	185		849		907			0.53	5.13							2,356	5±1 1/2"	Bombeado	0.45	17.40%			0.15%	1.50%			
18		C280-MS-H57-A5/0.5	370	185		848	963				0.41	4.44								2,370	5±1 1/2"	Bombeado	0.50	15.61%			0.15%	1.50%		
18		C280-MS-H67-A5/0.5	375	188		884		901			0.41	4.50								2,353	5±1 1/2"	Bombeado	0.50	15.94%			0.15%	1.50%		

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Tabla n.º 61: Diseño de dosificaciones de concreto premezclado actual.

Concreto para adición de fibras (solo metálicas)																													
19	MS	C245-MS-H57-A5/FA	350	207		855	926		2.98									2,340	5±1½"	Bombeado	0.59	14.95%	0.95%						
20		C245-MS-H67-A5/FA	355	209		888		862	3.02										2,318	5±1½"	Bombeado	0.59	15.32%	0.95%					
Morteros																													
21	MS	M1:5-MS-A4	325	244		1,576			2.28										2,147	4±1"	Bombeado	0.75	15.14%	0.90%					
22		M175-MS-A6	345	231		1,554					0.35	4.83								2,135	6±1½"	Bombeado	0.67	16.16%			0.15%	1.40%	
Concretos Minera Yanacocha																													
23	MS	C10MPa-MS-H57-A5	240	185		906	881			0.31	2.28	0.60							2,215	5-2½"	Bombeado	0.77	10.84%			0.17%	1.40%		
24		C15MPa-MS-H57-A5	300	186		851	879			0.39	2.85	0.66								2,220	5-2½"	Bombeado	0.62	13.52%			0.17%	1.40%	
25		C20MPa-MS-H57-A5	325	185		815	894			0.49	3.15	0.70								2,224	5-2½"	Bombeado	0.57	14.62%			0.17%	1.40%	
26		C25MPa-MS-H57-A5	385	193		756	880			0.64	3.85	0.82								2,218	5-2½"	Bombeado	0.50	17.36%			0.17%	1.40%	
27		C30MPa-MS-H57-A5	440	194		706	873			0.75	6.60	0.90								2,220	5-2½"	Bombeado	0.44	19.82%			0.17%	1.40%	
31		C30MPa-MS-H67-A5	450	198		763		796		0.77	6.30	0.95								2,215	5-2½"	Bombeado	0.44	20.32%			0.17%	1.40%	
28		M20MPa-MS-A8	390	218		1,458				0.78	6.24	0.85								2,074	8-2½"	Bombeado	0.56	18.80%			0.17%	1.40%	
Concretos con aire incorporado																													
29	MS	C100-MS-H57-A4/Ai4%	220	191		917	943		1.65			0.22							2,273	4±1"		0.87	9.58%	0.90%					
30		C280-MS-H57-A4/Ai4%	375	188		735	962			0.41	4.13	0.43								2,264	4±1"		0.50	16.56%			0.17%	1.50%	

NOTAS.- 1 La dosis de aditivo a colocar en obra es opcional, depende de la distancia de transporte y temperatura ambiental, según los criterios definidos en SGC-PRO-06-D1004 Procedimiento de verificación de concreto fresco en planta y obra
2 El % máximo de aditivo corresponde a la sumatoria del aditivo que se coloca en planta y en obra, *Bajo ninguna circunstancia se colocará aditivo al concreto excediendo esta dosis máxima.

* HUMEDAD DE LOS AGREGADOS																						
FECHA																						
Arena 1																						
Arena 2																						
Piedra 1																						
Piedra 2																						
Hecho por:																						

DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.

 Fernando Salazar Alcantara
 Planta Premezclados Cajamarca

Fuente y Elaboración: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Según la Tabla n.º 60 , nos muestra las dosificaciones del antes de hacer los nuevos rediseños y modificaciones donde se utiliza como principales materiales e insumos el cemento, agua, arena, agregados y aditivos en cantidades superiores al de plan actual, verificar partes sombreadas en tabla n.º 60; sin embargo en la tabla n.º 61 se detalla el plan actual aparte de disminuir los principales materiales e insumos se utiliza una nueva arena combinada que ya estaba por descartarse para su desuso, de eso nos podemos dar cuenta ya que incluyen una nueva celda de arena 2 (arena combinada) y que solo esa se utiliza para las nuevas dosificaciones la cual se puede observar en la tabla n.º 61.

Controlar o Verificar.

Una vez ya implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar el funcionamiento correcto. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales se tendrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

Las Herramientas que aplicamos para la evaluación y control son:

- Check-List. Es una herramienta para la recopilación y el análisis de la información, En control estadístico se utiliza para comprobar constantemente si se han recabado los datos solicitados, por ejemplo: nosotros lo utilizaríamos para medir las ocurrencias de defectos en un periodo determinado de tiempo de las mejoras implantadas en la planta dosificadora. De acuerdo a ello se pasaría a un análisis a través de un histograma.

A continuación tenemos la hoja de verificación para el problema de los costos elevados en la producción de concreto premezclado:

Tabla n.º 62 : Hoja de verificación N°01 para el problema en los costos elevados en la producción de concreto premezclado.

HOJA DE VERIFICACIÓN N°01

PROBLEMA EN LOS COSTOS ELEVADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO

PRODUCTO: Concreto

Premezclado

RESPONSABLES: Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.

Jhon James Hernández Vásquez.

FECHA: 09-11-16

PROBLEMAS DEBIDOS A	FRECUENCIA	SUBTOTAL
Costo elevados de producción de materia prima e insumos	/	1
Instrumentos de Medición Descalibrados	/	1
Limpieza de agregados deficiente	/	1
Reproceso de materia prima y concreto premezclado	/	1
Deficiente mantenimiento de maquinaria	/	1
Traslado constante de materia Prima	//	2
Mala Gestión de Mano de obra	/	1
Restricciones de Transporte	/	1
	TOTAL	9

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, en esta hoja de verificación nos muestra la frecuencia de cómo se están dando las causas en el problema de los costos elevados de la producción de concreto premezclado después de la implementación de la mejora continua en el uso de la arena combinada dada por los ensayos para las dosificaciones actuales en el proceso de producción de concreto premezclado.

A continuación también se observa la segunda hoja de verificación para el problema con las paradas de planta de producción de concreto premezclado.

Tabla n.º 63 : Hoja de verificación N°02 para las paradas de planta de producción de concreto premezclado.

HOJA DE VERIFICACIÓN N°02

PROBLEMA CON LAS PARADAS DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO

PRODUCTO: Concreto Premezclado

RESPONSABLES: Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.

Área: Producción

Jhon James Hernández Vásquez.

FECHA: 09-11-16

PROBLEMAS DEBIDOS A	FRECUENCIA	SUBTOTAL
Falla en el tornillo alimentador de cemento	/	1
Falla neumáticas en la bomba de compresión	/	1
Falla de balanzas de aditivos	/	1
Falla por ruptura de fajas	/	1
Falla de balanza de cemento	/	1
Falla por tablero eléctrico de potencia	/	1
	TOTAL	6

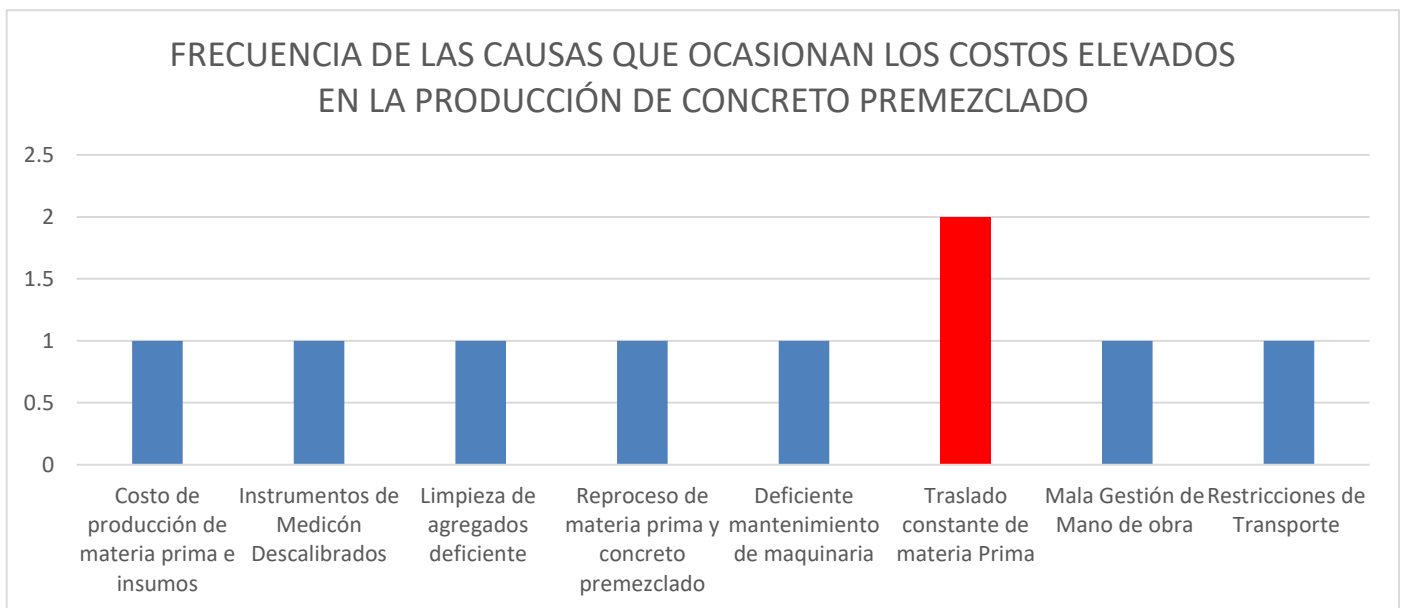
Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

La tabla n.º 64, nos muestra la frecuencia de las causas con las que se están dando después de la implementación de la matriz AMFEC para el problema de las paradas de planta de producción de concreto premezclado.

- Histograma. Muestran gráficamente la frecuencia o número de datos que caen dentro de rangos predeterminados. Lo utilizaríamos para ver las variaciones significativas de los procesos del antes y del después de la implementación de la mejora. Y si la variación es significativa recurriríamos a un diagrama de Pareto.

A continuación vemos las variaciones en el Histograma de acuerdo al problema de los costos elevados en la producción de concreto premezclado.

Tabla n.º 64 : Histograma de la frecuencia de las causas que ocasionan los costos elevados en la producción de concreto premezclado.

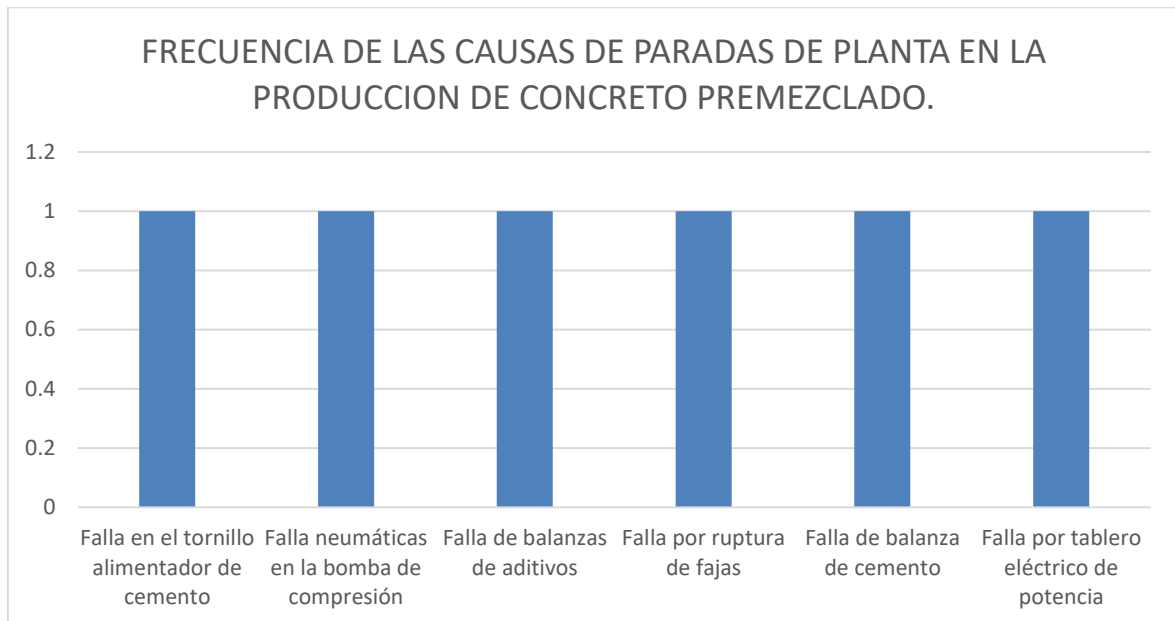


Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

En la Tabla anterior, al analizar el histograma comprobamos que las causas principales disminuyen la frecuencia pero en otra aumenta debido a que por ejemplo en la causa de traslado constante es propio del proceso de producción y ya no se puede incluir en la implementación.

También tenemos el histograma de análisis para la frecuencia de las paradas de planta en la producción de concreto premezclado:

Tabla n.º 65 : Histograma de la frecuencia de las causas de paradas de planta en la producción de concreto premezclado.



Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

En la tabla anterior, el diagrama nos muestra que la frecuencia se da aún menor número pero que aún persisten las causas las cuales al ser reducidas también incurren en una gran variación en la parte cuantitativa de los costos.

- Diagrama de Pareto. Sirve para encontrar las causas que expliquen el 80 % de los problemas. En este caso si es que los problemas persisten en la mejora ocasionados por el 20% de sus causas entonces recurriríamos a un análisis Ishikawa.
- Diagrama de Ishikawa. Se utiliza para analizar cuáles son las causas por las que no se está logrando un resultado planeado. En este caso lo analizaríamos si es que el diagrama de Pareto nos muestra la persistencia de los problemas en planta sobre evidenciados.

Actuar.

Por último, una vez finalizado la implementación de las herramientas de mejora se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se dejara la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar.

Después de haber analizado las mejoras con las herramientas de controlar y verificar se llega a la conclusión que no es necesario realizar ninguna acción después de los controles de cada uno de los indicadores para cada problemas ya que se logró los objetivos propuestos, y se logró estandarizarlos por tanto se recomienda a la empresa seguir con el modelo de la mejora continua (metodología PDCA) ya que esta metodología no tiene un límite para seguir mejorando los operaciones de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

4.5.3. Evaluación de Equipos a Mejorar

En este paso se evaluara que equipos se van a mejorar, los equipos que se van a mejorar es debido a los problemas que generan en la producción y en la variación del concreto premezclado. A continuación detallamos los equipos a mejorar en el área de producción:

- Adquisición de una unidad de mantenimiento (FRL).para evitar impurezas, filtración de agua y filtración de humedad en el sistema neumático de la planta dosificadora Bentonmac. Esto de acuerdo al análisis AMFEC anterior.
- Se cambió la posición del suministro de aire a una distancia mucho más cercana del gusano de carga de cemento, este cambio mejora la fluidez del cemento para su dosificado. Esto se implementó de acuerdo al análisis AMFEC.
- Se mejoró una conexión directa en los suministros de aditivos (Actualmente existen solo 2 y contamos con 3 aditivos más utilizados).

4.5.4. Implementación de Equipos

Este paso se realizara una vez evaluados los equipos que se van a mejorar, se procederá a la implementación de las mejoras de dichos equipos en la planta dosificadora de concreto premezclado, esta implementación tomara un tiempo de 1 mes una vez aprobado por la alta directiva.

- Adquisición de una unidad de mantenimiento (FRL).para evitar impurezas, filtración de agua y filtración de humedad en el sistema neumático de la planta dosificadora Bentonmac. Esto de acuerdo al análisis AMFEC anterior.



Figura n.º 45: Unidad de mantenimiento FRL.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L

En la figura anterior, se observa la máquina denominada unidad de mantenimiento Filtro Regulador Lubricador (FRL) que se implementó para evitar las causas de filtración de impurezas y filtración de humedad en el sistema neumático de la planta, dicha implementación se sustenta según el análisis AMFEC ya presentado anteriormente ayuda a evitar las posibles paradas de planta en plena producción.

- Se cambió la posición del suministro de aire a una distancia mucho más cercana del gusano de carga de cemento, este cambio mejora la fluidez del cemento para su dosificado. Esto se implementó de acuerdo al análisis AMFEC.



Figura n.º 46: Posición del Antes y Después de la Mejora.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura n.º 46, se observa el cambio de posición del sistema neumático en el silo de cemento, se lo acercó lo más posible al gusano alimentador de cemento para mejorar la fluidez del cemento en el dosificado, dicha implementación se sustenta según el análisis AMFEC ya presentado anteriormente ayuda a evitar las posibles paradas de planta en plena producción.

- Implementación de la conexión directa en los suministros de aditivos
(Actualmente existen solo 2 y contamos con 3 aditivos más utilizados).

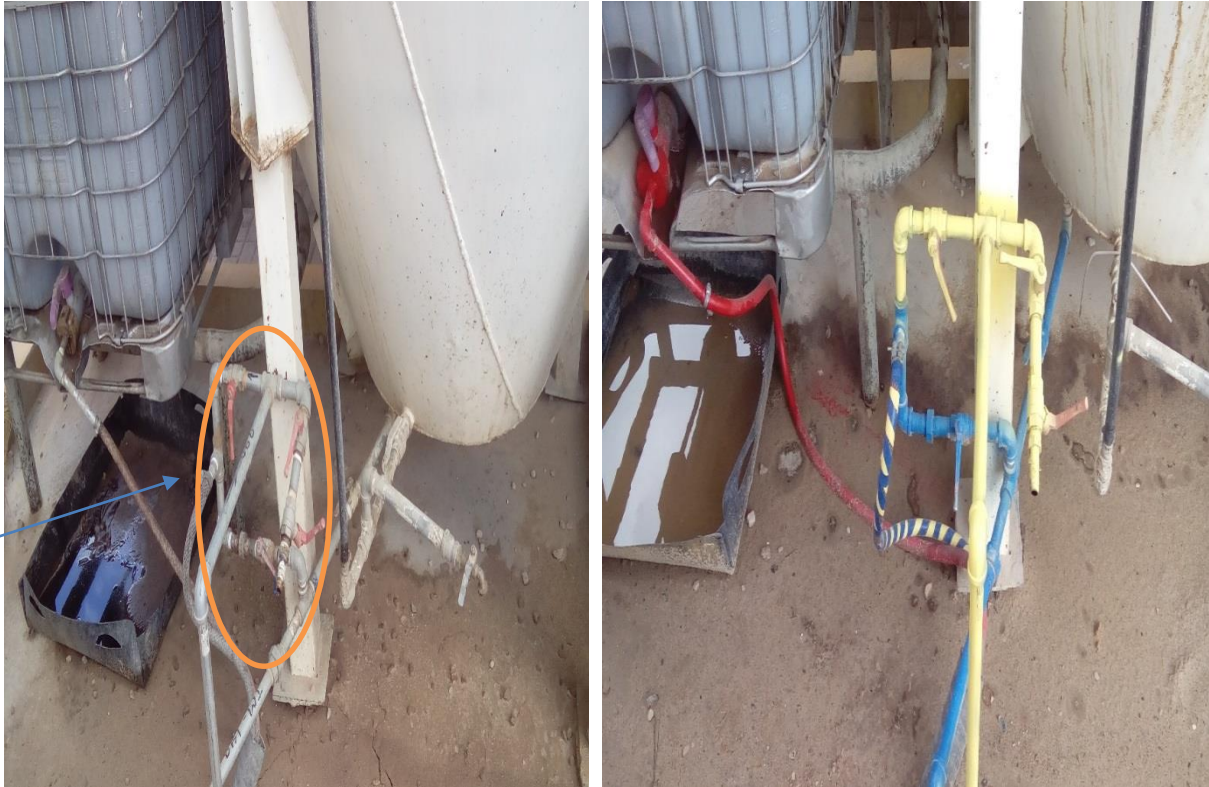


Figura n.º 47: Conexión Directa de los suministros de aditivos.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura n.º 47, se observa la conexión directa del sistema de dosificado para los aditivos, ya que anteriormente se tenía que cambiar las mangueras constantemente debido a que solo cuentan con 2 bombas de dosificado y los aditivos utilizados en la producción son 3 Sikament 290N, Sikament TM140 y Plastiment TM12; es por ello que está conexión directa evita ese desperdicio por el constante cambio. Así mismo la variación que existen en cada tipo de aditivo no es muy relevante al hacer la conexión de los aditivos Sikament 290N y Sikament TM140 por ser dos plastificantes y tener las mismas características a diferencia del Plastiment TM 12 es plastificante, retardante de fragua y con otras características, por lo que existiría mucha variación al hacer la conexión con este aditivo.



Figura n.º 48: Tanques de Almacenamiento de Aditivos.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

En la figura n.º 48, Se muestran los tanques de almacenamiento de aditivos con su respectivo color, el aditivo Sikament 290N de color amarillo, el aditivo Sikament TM 140 de color azul y el Aditivo Plastiment TM12 de color rojo. Así mismo, ayuda a la conexión directa ya que en una manguera se combinan los colores amarillo (Sikament 290N) y azul (Sikament TM 140), es decir; por otro lado el color rojo se lo deja solo, ya que no se puede combinar con los otros dos aditivos ya que su variación es muy alta.

4.5.5. Inspección de Equipos Implementados

Los equipos fueron implementados correctamente, el paso anterior se detallaron las mejoras e implementaciones que se realizó en la Empresa Distribuidora norte Pacasmayo S.R.L, contribuyendo considerablemente al problema de Paradas de Planta en la Producción de concreto premezclado.

Tabla n.º 66 : Hoja de verificación de inspección de equipos implementados.

HOJA DE VERIFICACIÓN N°03			
INSPECCIÓN DE EQUIPOS IMPLEMENTADOS			
PRODUCTO: Concreto Premezclado		RESPONSABLES: Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.	
AREA: Producción		Jhon James Hernández Vásquez.	
		FECHA: 09-11-16	
Las maquinas cumplen con los requerimientos del área de producción	Cumple	No cumple	SUBTOTAL
La unidad de mantenimiento	/		1
El cambio de posición en el suministro de aire en el silo de cemento	/		1
La Conexión directa en los suministros de aditivos	/		1
		TOTAL	3

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia

En la tabla anterior, se muestra la inspección realizada mediante una hoja de verificación que nos detalla si se cumplen con los requerimientos del área de producción y mantenimiento además de ver la cantidad total de máquinas y equipos inspeccionados que se mejoraron e implementaron.

4.6. Resultados de la implementación de mejora.

Tabla n.º 67 : Resultados de los costos por paradas de Planta mensual.

COSTOS POR PARADA DE PLANTA						
TIPO	COSTO	ANTES	COSTO	DESPUÉS	AHORRO	AHORRO
	MENSUAL		MENSUAL		MENSUAL	ANUAL
COSTOS POR REPROCESO	S/. 88.94		S/. 0.00		S/. 88.94	S/. 1,067.31
COSTOS POR DESPERDICIO DE ADITIVOS	S/. 0.56		S/. 0.00		S/. 0.56	S/. 9,329.60
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 782.82		S/. 0.00		S/. 782.82	S/. 9,393.83
COSTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 350.00		S/. 100.00		S/. 250.00	S/. 3,000.00
TIPO	COSTO	ANTES	COSTO	DESPUÉS	AHORRO	AHORRO
	ANUAL		ANUAL		ANUAL	ANUAL
COSTO DE PRODUCCIÓN PERDIDA (ANUAL)	S/. 29,100.00		S/. 0.00		S/. 29,100.00	S/. 29,100.00
TOTAL	S/. 30,322.32		S/. 100.00		S/. 30,222.32	S/. 51,890.75

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

En la tabla anterior, nos detalla los costos incurridos luego de la implementación de las máquinas y equipos después del análisis AMFE; en la mayoría de los casos los costos que se generan por cada tipo de causas como: costos por reprocesos, costos por desperdicios de aditivos, costos por fallas de equipos, costos por cambios de repuestos e uso de insumos y costos de producción perdida se reducen a 0 o se minimizan notablemente.

Tabla n.° 68 : Índice de prioridad de riesgo para las principales máquinas y equipos de la planta de concreto premezclado después de la implementación.

CALCULO DEL ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO (IPR)		ANTES			DESPUES	
FUNCIÓN	CAUSAS	F	G	D	IPR	IPR'
a. Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza	a11	7	2	1	14	14
	a21	7	4	1	28	28
	a31	5	6	3	180	90
	a32	2	6	6	216	72
b. Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacia sistema neumático	b11	2	6	6	252	72
	b21	2	4	6	168	48
	b31	5	5	1	25	25
c. Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza	c11	7	6	2	168	84
d. Permitir la Operatividad de toda la Planta Bentonmac	d11	5	2	4	120	40
	d12	5	2	4	120	40
e. Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento	e11	4	2	1	8	8
	e21	5	4	1	20	20
	e31	5	8	1	240	40
	e32	5	8	1	240	40
f. Medir el peso de aditivos procedente de los tanques de almacenamiento	f11	5	3	1	15	15
	f21	6	4	1	24	24
	f31	6	6	1	216	36
	f32	6	6	1	216	36

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L Elaboración: Propia.

Esta Tabla n.° 68, nos detalla el índice de prioridad de riesgo después de haber sido implementada la mejora de cada una de las máquinas y equipos que superaban los estándares del índice que ahora está controlado de sus parámetros y que permites disminuir en gran parte los costos en las operaciones de la producción.

Tabla n.º 69 : Resultados de la implementación de la optimización de costos en materias primas.

TIPO DE CONCRETO	COSTO ANTES	COSTO DESPUÉS	AHORRO	%
C210-MS-H57-A4	S/. 177.73	S/. 171.09	S/. 6.64	4%
C210-MS-H67-A4	S/. 185.80	S/. 175.02	S/. 10.78	6%
C210-MS-H57-A5	S/. 180.82	S/. 173.65	S/. 7.16	4%
C210-MS-H67-A5	S/. 184.97	S/. 177.50	S/. 7.47	4%
C280-MS-H57-A4	S/. 208.38	S/. 200.48	S/. 7.90	4%
C280-MS-H57-A5	S/. 208.00	S/. 203.26	S/. 4.74	2%
C280-MS-H67-A5	S/. 212.62	S/. 207.27	S/. 5.35	3%

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración: Propia.

En la Tabla n° 69, nos detalla que la implementación está dada para los productos más demandados en la producción de concreto premezclado que toma como referencia los costos directos de fabricación del antes y el después, reflejando así los costos del ahorro que se generan después de la mejora que son un promedio de S/. 7.15 por cada metro cubico y hasta un 6% de variación.

Además también mostramos el antes y después en las dosificaciones que estan a continuación como resultado después de la implementación en las tablas 71 y 72 donde las variaciones para los tipos de cemento son de bastante diferentes para el antes y después:

4.7. Medición de los Indicadores después de la implementación

Tabla n.º 72 : Indicadores de la variable Independiente. Mejora de las operaciones.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS
Independiente: Operaciones.	Diseño y mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios. (Taylor, 1881)	PRODUCCIÓN	Porcentaje de desperdicio de aditivos	% de desperdicio= 0% / m ³
			$\left[\frac{\text{Cantidad de desperdicio en mangueras}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}} \right] 100\%$	
			Tiempo de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas por cada m3 de producción	Tiempo promedio de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas incluido conexión directa por cada m3 de producción= 0.13 min / m ³
			$\frac{\text{Tiempo de dosificado con 2 bombas}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}}$	
			Producción perdida por paradas de planta	Producción perdida por parada de planta= 0 m ³
			Tiempo de producción por cada m ³ x Tiempo perdido por parada de planta	
			Índice de prioridad de riesgos (IPR) de equipos de la planta.	IPR promedio de los equipos analizados= 48.7
			IPR	

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se muestra los resultados después de la implementación según la variable dependiente estos índices fueron calculados de acuerdo a la información brindada por la empresa y los datos generados son: primero tenemos que el porcentaje de desperdicio de aditivos es 0%, segundo se observa que el tiempo de dosificado de aditivos con 2 bombas e implementación con conexión directa por cada m³ de producción es de 0.13 min, tercero vemos que la producción perdida por cada parada de planta es de 0 m³, y cuarto se observa que el Índice de Prioridad de Riesgo promedio de equipos de la planta es de 48.7.

Tabla n.º 73 : Indicadores de la variable dependiente. Costos de Producción.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS
Dependiente: Costos de Producción.	Cantidad desembolsada para comprar o producir un bien. (Yermanos & Correa, 2011)	REPROCESO	$\frac{\text{Costo total al año}}{\text{Frecuencia}}$	Costo por reproceso por cada parada de planta = 0 soles / mes
		FALLAS DE EQUIPOS	$\frac{\text{Costo total al año}}{\text{Frecuencia}}$	Costo por falla de equipos en c/parada de planta = 0 soles / mes
		PROCESO	Costo total al mes	Costo imprevistos por cambio de repuestos y uso de insumos=100 soles / mes
			Costo de producción	Costo de Producción por Cada m ³ de Concreto Premezclado
		MATERIA PRIMAS E INSUMOS	$\frac{\text{Costo de producción}}{\text{m}^3 \text{ de concreto premezclado}}$	C210-MS-H57-A4 = S/. 171.09
				C210-MS-H67-A4 = S/. 175.02
				C210-MS-H57-A5 = S/. 173.65
		C210-MS-H67-A5 = S/. 177.50		
		C280-MS-H57-A4 = S/. 200.48		
		C280-MS-H57-A5 = S/. 203.26		
		C280-MS-H67-A5 = S/. 207.27		

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se muestra los resultados después de la implementación en la variable dependiente y los datos generados son: primero tenemos que el costo por reproceso por cada parada de planta es de S/. 0 soles, segundo el costo por fallas de equipos en cada parada de planta S/. 0 soles, tercero vemos que el costo por cambio de repuestos y uso de insumos es de S/. 100 soles, cuarto vemos que el costo de producción por cada m³ de concreto premezclado varía de acuerdo al tipo de composición (ver anexo9).

Tabla n.º 74. Resumen de indicadores de la Mejora.

VARIABLES	RESULTADOS	
	ANTES	DESPUES
Independiente: Operaciones.	% de desperdicio= 8%	% de desperdicio= 0%
	Tiempo promedio de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas por cada m ³ de producción= 0.25 m3	Tiempo promedio de Dosificado de Aditivos con 2 Bombas incluido conexión directa por cada m ³ de producción= 0.13 min
	Producción perdida por parada de planta= 30 m ³ / hora	Producción perdida por dejar de producir= 0 m ³
	IPR promedio de los equipos analizados= 134.5	IPR promedio de los equipos analizados= 48.7
Dependiente: Costos de Producción.		

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

4.8. Resultados del análisis económico financiero

4.8.1. Costos Incurridos en la Implementación

Tabla n.º 75 : Costos Incurridos en la Implementación de Investigación Realizada.

Nº ORDEN	RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNID	TOTAL		
1	Bienes: Equipos	Cámara	1	UND	S/. 300.00	S/. 300.00	
		Grabadora	1	UND	S/. 50.00	S/. 50.00	
		EPP	2	UND	S/. 150.00	S/. 300.00	
1.1	Bienes: De consumo	Papel bond. A4 60g	1	MILL	S/. 24.00	S/. 24.00	
		Fólder	15	UND	S/. 0.50	S/. 7.50	
		Archivador	1	UND	S/. 6.00	S/. 6.00	
		CD	10	UND	S/. 1.00	S/. 10.00	
		Lapiceros	2	UND	S/. 1.00	S/. 2.00	
		Lápices	2	UND	S/. 1.00	S/. 2.00	
		Borrador	2	UND	S/. 1.00	S/. 2.00	
		Corrector	2	UND	S/. 2.00	S/. 4.00	
		Resaltador	2	UND	S/. 2.00	S/. 4.00	
		Engrapador	1	UND	S/. 8.00	S/. 8.00	
		Grapas 5 000 Grapas	1	CAJA	S/. 12.00	S/. 12.00	
		Perforador	1	UND	S/. 8.00	S/. 8.00	
		Cuaderno de Investigación	1	UND	S/. 7.00	S/. 7.00	
		Impresiones	1000	UND	S/. 0.15	S/. 150.00	
2	Servicios	Seguro personal	12	MENSUAL	S/. 60.00	S/. 720.00	
		Empastado	3	UND	S/. 50.00	S/. 150.00	
		Internet	12	MENSUAL	S/. 50.00	S/. 600.00	
		Teléfono	12	MENSUAL	S/. 40.00	S/. 480.00	
		TRANSPORTE CAJAMARCA - PLANTA LLACANORA					
		Viáticos:					
		Combi	12	MENSUAL	S/. 30.00	S/. 360.00	
Taxi	12	MENSUAL	S/. 10.00	S/. 120.00			
TOTAL S/.					S/. 3,326.50		

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se detalla los costos incurridos en el estudio de Investigación como bienes y equipos, bienes de consumo y servicios.

Tabla n.º 76 : Costos de Instrumentos y Equipos de Medición en Laboratorio.

LISTA DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE			
MEDICIÓN	CANTIDAD	PRECIO EN \$	PRECIO EN S/.
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	1	\$1,500.00	S/. 5,055.00
BANDEJAS RECTANGULARES 11"x7"	1	\$8.00	S/. 26.96
BANDEJAS RECTANGULARES 12.5"x8.5"	3	\$9.00	S/. 90.99
BANDEJAS RECTANGULARES 15"x12"	3	\$9.00	S/. 90.99
BANDEJAS RECTANGULARES 17.5"x12"	2	\$10.00	S/. 67.40
BANDEJAS RECTANGULARES 21"x13"	1	\$12.00	S/. 40.44
BANDEJA CUADRADAS 2"x2"	3	\$5.00	S/. 50.55
BANDEJAS RECTANGULARES 15.4"x12"	4	\$10.00	S/. 134.80
BROCHA DE 3"	3	\$2.00	S/. 20.22
BROCHA DE 2 1/2"	1	\$1.50	S/. 5.06
BUGGY	2	\$60.00	S/. 404.40
ESCUDRA METÁLICA	1	\$10.00	S/. 33.70
COMBA DE GOMA	1	\$50.00	S/. 168.50
CUCHARON MEDIANO DE ALUMINIO	2	\$10.00	S/. 67.40
EQUIPO MEDIDOR DE CONTENIDO DE AIRE	1	\$20.00	S/. 67.40
EQUIPO PARA PRUEBA DE ASENTAMIENTO	1	\$120.00	S/. 404.40
VARILLA DE 5/8	1	\$7.00	S/. 23.59
VARILLA DE 3/8	1	\$5.00	S/. 16.85
ESPATULAS 2"	2	\$1.50	S/. 10.11
HORNO MICROHONDAS	1	\$95.00	S/. 320.15
COCINA ELÉCTRICA	1	\$40.00	S/. 134.80
JUEGO DE TAMICES	1	\$1,200.00	S/. 4,044.00
MEZCLADORA 3 CUBOS	1	\$150.00	S/. 505.50
MOLDE DE PESO UNITARIO	2	\$15.00	S/. 101.10
OLLA CAPPING 7.5 LTS	1	\$350.00	S/. 1,179.50
PRESA HIDRÁULICA DIGITAL	1	\$2,000.00	S/. 6,740.00
TERMÓMETRO DIGITAL	1	\$25.00	S/. 84.25
WICHAS	3	\$3.00	S/. 30.33
		Total	S/. 19,918.39

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Tabla anterior, se detallan los costos de los instrumentos y equipos adquiridos de laboratorio para la elaboración de todos los ensayos realizados en la implementación.

Tabla n.º 77 : Costos de los Equipos Implementados en la Planta de la Empresa.

CANTIDAD	EQUIPO	PRECIO DE VENTA S/.	COSTO TOTAL S/.
1	FILTRO REGULADOR LUBRICADOR (UNIDAD DE MANTENIMIENTO)	S/. 5,055.00	S/. 5,055.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Tabla n.º 78 : Costos de acondicionamiento de Equipos en la Planta Bentonmac.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL
1	ACONDICIONAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AIRE EN EL SILO DE CEMENTO	S/. 1,500.00
1	CONEXIÓN DIRECTA DE TUBERÍAS DE SUMINISTRO EN EL DOSIFICADOR DE ADITIVOS	S/. 300.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En las tablas anteriores, se detallan los costos de los equipos que se compraron y el rediseño de otros para mejorar la planta Betonmac de la empresa.

Tabla n.º 79 : Gastos Administrativos de la Implementación.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO MENSUAL	MESES INCURRIDOS EN EL AÑO	COSTO ANUAL
1	SUPERVISOR	S/. 4,000.00	3	S/. 12,000.00
2	TÉCNICO	S/. 1,800.00	3	S/. 5,400.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Según la tabla anterior, se detallan los gastos administrativos incurridos en la implementación de las mejoras que se realizaron en la planta de la empresa.

Tabla n.º 80 : Costos de Ensayos Internos en la Empresa.

CANTIDAD	TIPO DE ENSAYO	COSTO	COSTO ANUAL
1	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS Y PORCENTAJE DE FINOS H57 Y H67	S/. 500.00	S/. 500.00
2	ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA GLOBAL DE AGREGADOS H57 Y H67	S/. 500.00	S/. 1,000.00
1	PORCENTAJE DE COMINACIÓN DE AGREGADOS H57 Y H67	S/. 300.00	S/. 300.00
		TOTAL	S/. 1,800.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

De acuerdo a la Tabla n.º 80, se detallan los costos incurridos en los ensayos realizados dentro de la empresa, específicamente en laboratorio (ensayos internos).

Tabla n.º 81 : Costos de Ensayos Externos en la Empresa.

CANTIDAD	TIPO DE ENSAYO	COSTO ANUAL
1	ENSAYOS FÍSICOS EN LABORATORIO UDEP	S/. 1,440.02
1	ENSAYOS QUÍMICOS EN LABORATORIO UDEP	S/. 3,253.94
2	ENSAYOS VARIOS EN LABORATORIO APRL	S/. 3,394.86
TOTAL		S/. 8,088.83

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Según la Tabla n.º 81, se detallan los costos incurridos en los ensayos realizados fuera de la empresa, específicamente en dos universidades (ensayos Externos).

Tabla n.º 82 : Costos de Capacitación a personal técnico.

CANTIDAD	COSTO	COSTO ANUAL
2	S/. 120.00	S/. 240.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Tabla n.º 82, se detallan los costos incurridos en las capacitaciones que se realizó al personal de la empresa, específicamente a los técnicos.

4.8.2. Ingresos y Beneficios.

Tabla n.º 83 : Indicadores de Ahorro por Optimización de Materias Primas e Insumos por cada Metro Cúbico de Concreto Premezclado.

TIPO DE CONCRETO	COSTO ANTES	COSTO DESPUÉS	AHORRO/m3	PRODUCCIÓN ANUAL/m3	AHORRO ANUAL
C210-MS-H57-A4	S/. 177.73	S/. 171.09	S/. 6.64	S/. 8,280.87	S/. 55,025.97
C210-MS-H67-A4	S/. 185.80	S/. 175.02	S/. 10.78	S/. 234.50	S/. 2,528.25
C210-MS-H57-A5	S/. 180.82	S/. 173.65	S/. 7.16	S/. 1,910.00	S/. 13,677.22
C210-MS-H67-A5	S/. 184.97	S/. 177.50	S/. 7.47	S/. 3,475.63	S/. 25,955.14
C280-MS-H57-A4	S/. 208.38	S/. 200.48	S/. 7.90	S/. 74.00	S/. 584.28
C280-MS-H57-A5	S/. 208.00	S/. 203.26	S/. 4.74	S/. 18.50	S/. 87.68
C280-MS-H67-A5	S/. 212.62	S/. 207.27	S/. 5.35	S/. 2,666.50	S/. 14,269.37
TOTAL				S/. 16,660.00	S/. 112,127.91

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se detallan los ahorros obtenidos por la optimización de materias primas e insumos por cada tipo de concreto y por cada metro cúbico de concreto premezclado, generando un ahorro anual de S/. 112,127.91 Nuevos Soles.

Tabla n.º 84 : Indicadores de Ahorro por Paradas de Planta en la Producción de Concreto Premezclado.

COSTOS POR PARADA DE PLANTA						
TIPO	COSTO ANTES		COSTO DESPUÉS		AHORRO	AHORRO
	MENSUAL		MENSUAL		MENSUAL	ANUAL
COSTOS POR REPROCESO	S/. 88.94		S/. 0.00		S/. 88.94	S/. 1,067.31
COSTOS POR DESPERDICIO DE ADITIVOS	S/. 0.56		S/. 0.00		S/. 0.56	S/. 9,329.60
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 782.82		S/. 0.00		S/. 782.82	S/. 9,393.83
COSTOS IMPREVISTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 350.00		S/. 100.00		S/. 250.00	S/. 3,000.00
TIPO	COSTO ANTES	COSTO DESPUÉS	AHORRO	AHORRO	AHORRO	AHORRO
	ANUAL	ANUAL	ANUAL	ANUAL	ANUAL	ANUAL
COSTO DE OPORTUNIDAD POR DEJAR DE PRODUCIR (ANUAL)	S/. 29,100.00	S/. 0.00	S/. 29,100.00	S/. 37,800.00		
TOTAL	S/. 30,322.32	S/. 100.00	S/. 30,222.32	S/. 51,890.75		

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Como se observa en la Tabla n.º 84, se detallan los ahorros obtenidos por la minimización de paradas de planta en la producción de concreto premezclado, generando un ahorro anual de S/. 60,590.75 Nuevos Soles.

4.8.3. Flujo de Caja de Inversión y Gastos de Operativos

Tabla n.º 85 : Flujo de Caja de Inversión y Gastos Operativos.

FLUJO CAJA DE INVERSION Y GASTOS OPERATIVOS						
Descripción	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE EQUIPOS	S/. 5,055.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTO DE ACONDICIONAMIENTO DE EQUIPOS	S/. 5,400.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
SUELDO DEL SUPERVISOR	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
SUELDO DE LOS TÉCNICOS	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00
COSTOS DE ENSAYOS INTERNOS	S/. 1,800.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTOS DE ENSAYOS EXTERNOS	S/. 8,088.83	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTOS DE INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	S/. 19,918.39	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTO DE CAPACITACIÓN	S/. 240.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTO DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	S/. 3,326.50	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
COSTO TOTAL	S/. 61,228.71	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Según la Tabla n.º 85, se detalla el flujo de caja de inversión y de gastos operativos, donde se observa que la inversión solo es para el año 0 a diferencia de los gastos administrativos son para el año 0 y para los años proyectados.

Tabla n.º 86 : Indicadores de Ahorro por la Implementación Realizada.

INDICADORES DE AHORRO		2017	2018	2019	2020	2021
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 55,025.97	S/. 55,025.97	S/. 55,025.97	S/. 55,025.97	S/. 55,025.97
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A4	S/. 0.00	S/. 2,528.25	S/. 2,528.25	S/. 2,528.25	S/. 2,528.25	S/. 2,528.25
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 13,677.22	S/. 13,677.22	S/. 13,677.22	S/. 13,677.22	S/. 13,677.22
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 25,955.14	S/. 25,955.14	S/. 25,955.14	S/. 25,955.14	S/. 25,955.14
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 584.28	S/. 584.28	S/. 584.28	S/. 584.28	S/. 584.28
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 87.68	S/. 87.68	S/. 87.68	S/. 87.68	S/. 87.68
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 14,269.37	S/. 14,269.37	S/. 14,269.37	S/. 14,269.37	S/. 14,269.37
COSTOS POR REPROCESO	S/. 0.00	S/. 1,067.31	S/. 1,067.31	S/. 1,067.31	S/. 1,067.31	S/. 1,067.31
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 0.00	S/. 9,393.83	S/. 9,393.83	S/. 9,393.83	S/. 9,393.83	S/. 9,393.83
COSTOS IMPREVISTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 0.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
COSTO DE OPORTUNIDAD POR DEJAR DE PRODUCIR	S/. 0.00	S/. 29,100.00	S/. 29,100.00	S/. 29,100.00	S/. 29,100.00	S/. 29,100.00
TOTAL INDICADORES DE AHORRO	S/. 0.00	S/. 154,689.06	S/. 154,689.06	S/. 154,689.06	S/. 154,689.06	S/. 154,689.06

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Tabla n.º 86, se detalla los indicadores de ahorro generados por la implementación tanto para paradas de planta en la producción de concreto premezclado como para los costos de producción por cada metro cúbico de concreto premezclado.

Tabla n.º 87 : Flujo Caja proyectado.

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTOS FIJOS		S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00	S/. 17,400.00
	S/. -61,228.71	S/. 137,289.06	S/. 137,289.06	S/. 137,289.06	S/. 137,289.06	S/. 137,289.06

Tabla n.º 88 : Indicadores del flujo de Caja Proyectado.

COK = CPPC = WACC =	12.60%
VA	S/. 487,679.65
VAN	S/. 426,450.93
TIR	223.59%
IR	S/. 7.96

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En las tablas anteriores, se detallan el flujo de caja proyectado y sus indicadores de viabilidad; en el cuál se observa que el Valor Actual Neto (VAN) es mayor a 0 con un monto de S/ 426,450.93 Nuevos Soles, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor que el Costo de Capital (COK) con 223.59% y 12.60% respectivamente, y el IR es mayor a 1 con un monto de S/. 6.96 Nuevos soles de ganancia, demostrando que el proyecto es viable.

Tabla n.º 89 : Análisis de sensibilidad de la Implementación en un Escenario Optimista 60%.

INDICADORES DE AHORRO		2017	2018	2019	2020	2021
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 88,041.55	S/. 88,041.55	S/. 88,041.55	S/. 88,041.55	S/. 88,041.55
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A4	S/. 0.00	S/. 4,045.20	S/. 4,045.20	S/. 4,045.20	S/. 4,045.20	S/. 4,045.20
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 21,883.56	S/. 21,883.56	S/. 21,883.56	S/. 21,883.56	S/. 21,883.56
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 41,528.22	S/. 41,528.22	S/. 41,528.22	S/. 41,528.22	S/. 41,528.22
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 934.84	S/. 934.84	S/. 934.84	S/. 934.84	S/. 934.84
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 140.29	S/. 140.29	S/. 140.29	S/. 140.29	S/. 140.29
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 22,831.00	S/. 22,831.00	S/. 22,831.00	S/. 22,831.00	S/. 22,831.00
COSTOS POR REPROCESO	S/. 0.00	S/. 1,707.70	S/. 1,707.70	S/. 1,707.70	S/. 1,707.70	S/. 1,707.70
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 0.00	S/. 15,030.13	S/. 15,030.13	S/. 15,030.13	S/. 15,030.13	S/. 15,030.13
COSTOS IMPREVISTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 0.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00
COSTO DE OPORTUNIDAD POR DEJAR DE PRODUCIR	S/. 0.00	S/. 46,560.00	S/. 46,560.00	S/. 46,560.00	S/. 46,560.00	S/. 46,560.00
TOTAL INDICADORES DE AHORRO	S/. 0.00	S/. 247,502.49	S/. 247,502.49	S/. 247,502.49	S/. 247,502.49	S/. 247,502.49

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En la Tabla n.º 89, se detalla los indicadores de ahorro en un escenario optimista generados por la implementación tanto para paradas de planta en la producción de concreto premezclado como para los costos de producción por cada metro cúbico de concreto premezclado.

Tabla n.º 90 : Flujo de caja Proyectado.

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -61,228.71	S/. 230,102.49	S/. 230,102.49	S/. 230,102.49	S/. 230,102.49	S/. 230,102.49

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Tabla n.º 91 : Indicadores del Flujo de caja Proyectado en un Escenario Optimista.

COK = CPPC = WACC =	12.60%
VA	S/. 817,372.51
VAN	S/. 756,143.80
TIR	375.65%
IR	S/. 13.35

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En las Tablas anteriores, se detallan el flujo de caja proyectado y sus indicadores de viabilidad en un escenario optimista; en el cuál se observa que el Valor Actual Neto (VAN) es mayor a 0 con un monto de S/ 756,143.80 Nuevos Soles, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor que el Costo de Capital (COK) con 375.65% y 12.60% respectivamente, y el IR es mayor a 1 con un monto de S/. 12.35 Nuevos soles de ahorro, demostrando que el proyecto es viable.

En el caso optimista consideramos un 60%, puesto que la producción histórica anual con más demanda en los últimos años tiene un diferencia promedio del 60% más a comparación de los años más bajos. Además el año analizado fue uno de los más bajos; ya que los conflictos sociales impidieron el avance de los proyectos mineros y el sector construcción en Cajamarca, por ende las ventas de la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L sufrieron una baja muy alta.

Tabla n.º 92 : Análisis de sensibilidad de la Implementación en un Escenario Pesimista 21%.

INDICADORES DE AHORRO		2017	2018	2019	2020	2021
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 43,470.51	S/. 43,470.51	S/. 43,470.51	S/. 43,470.51	S/. 43,470.51
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A4	S/. 0.00	S/. 1,997.32	S/. 1,997.32	S/. 1,997.32	S/. 1,997.32	S/. 1,997.32
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 10,805.01	S/. 10,805.01	S/. 10,805.01	S/. 10,805.01	S/. 10,805.01
COSTO DE CONCRETO C210-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 20,504.56	S/. 20,504.56	S/. 20,504.56	S/. 20,504.56	S/. 20,504.56
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A4	S/. 0.00	S/. 461.58	S/. 461.58	S/. 461.58	S/. 461.58	S/. 461.58
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H57-A5	S/. 0.00	S/. 69.27	S/. 69.27	S/. 69.27	S/. 69.27	S/. 69.27
COSTO DE CONCRETO C280-MS-H67-A5	S/. 0.00	S/. 11,272.81	S/. 11,272.81	S/. 11,272.81	S/. 11,272.81	S/. 11,272.81
COSTOS POR REPROCESO	S/. 0.00	S/. 843.18	S/. 843.18	S/. 843.18	S/. 843.18	S/. 843.18
COSTOS POR FALLAS DE EQUIPOS (PRODUCTO DESECHADO)	S/. 0.00	S/. 7,421.13	S/. 7,421.13	S/. 7,421.13	S/. 7,421.13	S/. 7,421.13
COSTOS IMPREVISTOS POR CAMBIO DE REPUESTOS Y USO DE INSUMOS	S/. 0.00	S/. 2,370.00	S/. 2,370.00	S/. 2,370.00	S/. 2,370.00	S/. 2,370.00
COSTO DE OPORTUNIDAD POR DEJAR DE PRODUCIR	S/. 0.00	S/. 22,989.00	S/. 22,989.00	S/. 22,989.00	S/. 22,989.00	S/. 22,989.00
TOTAL INDICADORES DE AHORRO	S/. 0.00	S/. 122,204.35	S/. 122,204.35	S/. 122,204.35	S/. 122,204.35	S/. 122,204.35

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Como se observa en la Tabla n.º 92, se detalla los indicadores de ahorro en un escenario pesimista generados por la implementación tanto para paradas de planta en la producción de concreto premezclado como para los costos de producción por cada metro cúbico de concreto premezclado.

Tabla n.º 93 : Flujo de caja Proyectado.

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -61,228.71	S/. 104,804.35	S/. 104,804.35	S/. 104,804.35	S/. 104,804.35	S/. 104,804.35

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

Tabla n.º 94 : Indicadores del Flujo de caja Proyectado Pesimista.

COK = CPPC = WACC =	12.60%
VA	S/. 372,287.14
VAN	S/. 311,058.43
TIR	169.98%
IR	S/. 6.08

Fuente: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. Elaboración Propia.

En las tablas anteriores, se detallan el flujo de caja proyectado y sus indicadores de viabilidad en un escenario pesimista; en el cuál se observa que el Valor Actual Neto (VAN) es mayor a 0 con un monto de S/ 311,058.43 Nuevos Soles, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor que el Costo de Capital (COK) con 169.98% y 12.60% respectivamente, y el IR es mayor a 1 con un monto de S/. 5.08 Nuevos soles de ganancia, demostrando que el proyecto es viable. En el caso Pesimista consideramos un 21%, puesto que la producción histórica anual con menos demanda en los últimos años bajo un promedio del 16% a comparación del año analizado fue uno de los más bajos. Por otro lado; el porcentaje de error de la falla de equipos después de la implementación es del 3%, es decir, es casi imposible que ocurra una parada de planta. Por último; el porcentaje de error de los ensayos en dosificado es de 2%, es decir, la variación en el producto final es relevante y está dentro de los estándares de calidad.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN

Al implementar sistemas de mejoras de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado de la Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L, se contribuyó con la optimización de los costos de producción ya que los resultados muestran una variación porcentual considerable después de la implementación.

Aunque, la implementación de mejoras logra minimizar los problemas encontrados en la planta en la mayoría de los casos y en otros su eliminación, demostramos que los ahorros obtenidos pueden mejorar con en el seguimiento de la ya implementada mejora continua (Ciclo PDCA) y lograr costos de producción tan bajos como la plata de Piura, la cual se tomó como comparación en la implementación de la propuesta de mejora.

Por un lado se logró eliminar las paradas de planta en plena producción, los costos por reproceso, costos por falla de equipos y los costos por cambio de repuestos e insumos. Estos resultados se lograron a través del Análisis de Modos de Fallos y Efectos con Criticidad (AMFEC), puesto que el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) de los modos de fallo más críticos se pudieron controlar después de las acciones correctivas como: la adquisición de un equipo en la parte neumática, el rediseño del silo de cemento, la conexión directa para las bombas de aditivos e intervenciones de mantenimiento con mayor frecuencia. Por otro lado, se logró reducir los costos de producción por cada metro cúbico de concreto premezclado, estos resultados se logró a través de ensayos en laboratorio tanto internos como externos: ensayos de contenido de humedad de agregados y porcentaje de finos, análisis de la granulometría global de los agregados, porcentaje de combinación de agregados, ensayos físicos, ensayos químicos y otros ensayos complementarios.

Los resultados obtenidos de esta investigación concuerdan con los estudios previos que se menciona en los antecedentes, ya que se logró minimizar costos a través de la implementación de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado. Por un lado, la adquisición de un equipo y el rediseño de dos más lograron minimizar las paradas de planta casi en su totalidad y por otro lado, la optimización de materias primas e insumos logró reducir los costos de producción por cada m³ de concreto premezclado. En tal sentido los estudios previos nos muestran resultados semejantes a nuestra investigación.

Los resultados obtenidos también concuerdan con la literatura previa especificada en las bases teóricas como mejora de procesos y costos de producción.

Esta investigación deja muchas posibilidades de nuevos estudios como: optimizar aún mucho más los materiales e insumos, obtener nuevos tipo de dosificado y hasta crear nuevos productos en cuanto al concreto premezclado. Además, se puede tomar como referencia el problema de contaminación y sobreacumulación de agregados en las tolvas de recepción de materias primas.

Al realizar futuros estudios de investigación implicaría un análisis netamente en el área de producción, además, de volver utilizar nuevas herramientas de mejora para eliminar en su totalidad los problemas de paradas de planta o considerar reaprovechar nuevos materiales e insumos y lograr minimizar aún más los costos de producción por m³ de concreto premezclado, ya que los buenos resultados obtenidos en esta investigación son exclusivamente de dicha área.

CONCLUSIONES

Se logró optimizar los costos de producción de la planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L., implementando sistemas de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, las cuales disminuyeron los costos directos por cada m³ de los 7 productos con más demanda y también se minimizó a la vez las paradas de planta en plena producción, realizado en un análisis de producción anual.

Se logró identificar y diseñar un diagnóstico situacional de las principales operaciones a mejorar dentro del área de producción de la empresa.

Se consiguió implementar un sistema de mejora de las operaciones en el área de producción a través de la metodología PDCA o mejora continua que incluye la optimización de costos directos de producción y el análisis de modos de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) dentro de la empresa.

Se midió los resultados que genera el sistema de mejora de operaciones en el área de producción, tanto en la optimización de costos directos como en la reducción de costos por parada de planta en la empresa.

Se evaluó el costo-beneficio del diseño e implementación para el modelo de gestión de mejora continua de las operaciones en el área de producción de la empresa.

RECOMENDACIONES

La empresa debería seguir con la implementación de la mejora continua en el área de producción, mantenimiento y de todas sus áreas debido a que el costo beneficio que se desarrolla dentro de un año es muy favorable para la empresa y sobre todo la metodología Deming es fácil de adecuar a la mayoría de empresas del sector industrial. Además se recomienda a la empresa apoyar a todos los integrantes que tienen iniciativas de mejoras para la empresa incentivándolos a través de reconocimientos tanto económicos como laborales.

La implementación de la mejora continua es un punto clave para el desarrollo de todas las empresas y que deben adecuarse a esta sistemática, de manera que la mayoría de sus áreas se integren y desarrollen sus objetivos con mayor eficacia, además de generar la mayor rentabilidad con la buena administración de los recursos de una manera óptima.

También con el uso de esta técnica se asegura la disminución de los costos con la implementación de mejoras en el área de mantenimiento y en el área de producción como por ejemplo el análisis de modos de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) para el área de mantenimiento y Optimización de Materias Primas e Insumos en el área de producción.

Las principales fuentes de información que existen son claves para seguir haciendo investigación ya que ponen de manifiesto la tecnología de la mejora continua como un pilar principal en el crecimiento de todo tipo de empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

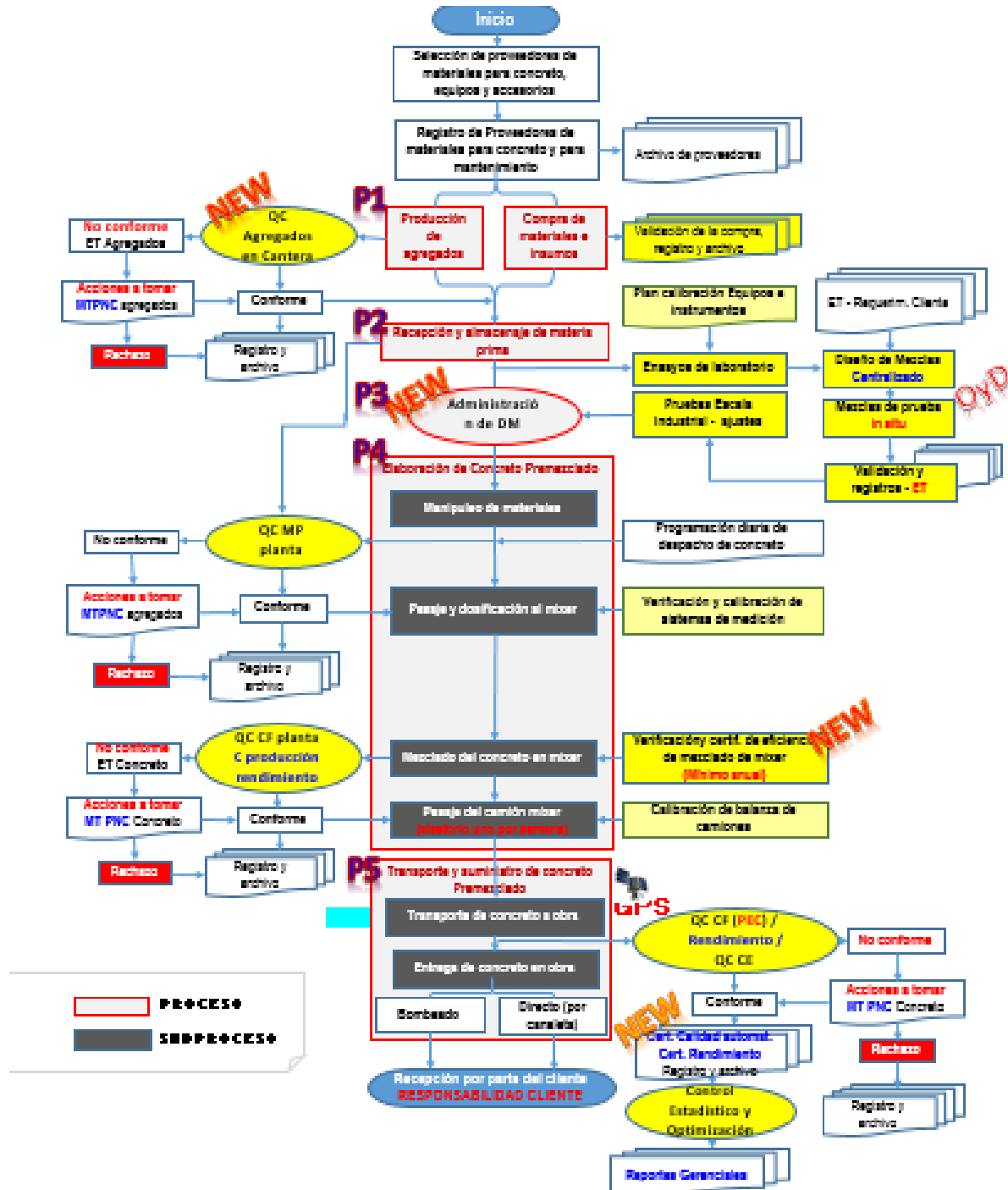
- Abarca Velasco, C (2013); Propuesta de mejora en la cadena de suministro en una concretera. Tesis grado de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Anderson, H. & Raiborn, M. (2000). Conceptos Básicos de Contabilidad de Costos, México, Compañía Editorial Continental, Pág. 77 y 78.
- Arapé García, J. (2009). Implementación del mantenimiento preventivo en fábrica nacional de cementos, división concretos y agregados. Tesis grado de maestría, Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Ballesteros, F. (2012) Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de especialista en gerencia de mantenimiento. Monografía de grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Blancas, A. y Rodríguez, J. (2005). Propuesta de un Sistema de Planificación de Mantenimiento y Logística como solución a la poca disponibilidad de máquinas y equipos. Tesis de grado académico de Magister, Escuela de Post Grado, Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Cantillo Maita, R. (2012); Estudio de Factibilidad de la sustitución parcial de la arena por polvillos de las canteras con piedra y concepción en concreto. Tesis para obtener Título, Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Caro, W.F. "(s.f)". Principales Canteras en Cajamarca. [En línea] Recuperado el 04 de junio de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/148055718/Principales-Canteras-en-Cajamarca>
- Cementos Pacasmayo S.A (2015). Productos y Servicios. [En línea] Recuperado el 06 de junio de 2015, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/>
- Cementos Pacasmayo. (2015). Productos y servicios. [En línea] Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/concreto-premezclado/>.
- Cemex Latam Holdings S.A. (2015). Estudio de la factibilidad. [En línea] Recuperado el 12 de Mayo de 2105, de <http://www.cemexlatam.com/InvestorCenter/files/Feasibility Study.pdf>
- Cruz, O. (2012), Fundamentos de los Sistemas de Costos. [Versión electrónica], Recuperado el 27 de mayo de 2015, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4486/1/CD-4099.pdf>
- David F. Muñoz Negrón. (2009) Administración de Operaciones, México, Edansa Impresiones, Pág. 31.
- De Anda, A. (2007), Contabilidad de Costos. [Versión electrónica], de <https://es.scribd.com/doc/58244549/CONTABILIDAD-DE-COSTOS>
- De León Quiñónez, A. (2013). Reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera. Tesis de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Del Río, C. y Del río, R., (2011) Costos I Históricos; México, Artgraph, Cap. 2, Pág. 12-14.

- El comercio Portafolio Economía y Negocios. (2014). Las ganancias de cementos Pacasmayo se derrumbaron el 17%. [En línea] Recuperado el 12 de mayo de 2015, de http://elcomercio.pe/economia/negocios/ganancias-cementos-pacasmayo-se-derrumbaron-17-noticia-1767071?ref=flujo_tags_514878&ft=nota_7&e=imagen.
- Garcés Guerrero, M. (2011); Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. Tesis grado de Titulo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Harold Koontz & Heinz Wehrich, 2004. Administración Una perspectiva global, México, McGraw-Hill Interamericana; Pág. 6.
- Heizer J. & Render B., (2009); Principios de Administración de operaciones, Quinta Edición, México, Pearson Educación, Pág.4.
- Ipinza, Fernando D' Alessio. (2004), Enfoque Estratégico y De Calidad, Pág.4
- Justin G. Logenecker, Carlos W, J. William Petty, Leslie E. Palich, (2007). Administración de Pequeñas Empresas. Enfoque emprendedor, Pág.484
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi; (2004), Diseño y Control de Mezclas de Concreto PCA, México, Pág. 185-188.
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi; (2004), Diseño y Control de Mezclas de Concreto PCA, México, Pág. 189-196.
- Ministerios de Economía y Finanzas. (2008). Ejecución de la inversión realizada por los gobiernos locales. [En Línea] Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/Cajamarca-Characterizacion.pdf>.
- Miranda G., Rubio L., Chamorro A., Bañegil P., Chamorro A., (2008). Manual de Dirección de Operaciones, Madrid, España: Paraninfo. Pág.45.
- Mulet, E. Alberola, M. Chulvi, V. Ramos, J. Bovea, M. (2011) *Problemas resueltos de analisis de riesgos en instalaciones industriales*. España.
- Parra, J. (2009). Costos Históricos. [Versión electrónica], Recuperado el 01 de junio de 2015, de http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=0CFkQFjAM&url=http%3A%2F%2Fwww.itap.edu.mx%2Fdocumentos%2Ftutoriales%2FLibro_Costos_Historicos.pdf&ei=UgibVcCgBIyVNpCwnZAC&usg=AFQjCNHFCcPxXhIvzPisr8aYu_HHEEtyew&bvm=bv.96952980,d.eXY
- PDCA Home, (2015) Ciclo PDCA; [En Línea] Recuperado el 1 de Octubre de 2015, de <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>.
- Philips E. Hicks, (1999); Ingeniería Industrial y Administración, México, Compañía Editorial Continental S.A, Pág. 159.
- Sánchez de Guzmán, D (1997), Tecnología y Propiedades, Segunda Edición, Colombia, Pág. 11-14.

- Shilstone, J (1990), "Concrete Mixture Optimization (Optimización de Mezclas de Concreto)," Concrete Inter-national, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, Pág. 33-39.
- Sika Group. (2015). Soluciones y Productos. [En Línea] Recuperado el 6 de mayo de 2015, de <http://per.sika.com/es/RD-concreto/sika-aditivos-concreto.html>.
- Vilcarromero Ruiz, Raúl. (2013). La gestión en la Producción. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso, Perú. [Versión Electrónica], Recuperado el 15 de mayo de 2015, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>.
- W. Edwards Deming, La Nueva Economía para la Industria, el gobierno y la educación, Madrid, 1994.
- Yermanos, E. & Correa, L. (2011). Contabilidad Administrativa un Enfoque Gerencial de Costos. [Versión electrónica], https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCQQFjAB&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.digital.icesi.edu.co%2Fbiblioteca_digital%2Fbitstream%2F10906%2F66580%2F1%2Flibro_contable_administrativo.pdf&ei=4BGbVafXHsPYggThh4HYBg&usg=AFQjCNFfMez1mvOTiV-EUySTBynqihE3Vw

ANEXOS

Anexo n.º 1: Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L- Diagrama de flujo del proceso de elaboración de concreto y del control de proceso.



Anexo n.º 2: Guía de Observación de Proceso Producción

GUIA DE OBSERVACION DE PROCESO DE PRODUCCION		
EMPRESA:		
AREA:		
PROCESO- OPERACIÓN OBSERVADA:		
MAQUINA- EQUIPO OBSERVADO:		
OPERARIO OBSERVADO:		
NOMBRE DEL OBSERVADOR-AUDITOR ANALISTA:		
FECHA:	DIA:	HORA:
¿QUE PROCESO ESTA OBSERVANDO?		
¿QUE MAQUINAS/EQUIPOS INTERVIENEN EN EL PROCESO?		
¿CUANTAS MAQUINAS/EQUIPOS INTERVIENEN EN EL PROCESO?		
¿QUE FUNCION CUMPLEN EN EL PROCESO?		
¿CUANTOS OPERARIOS INTERVIENEN EN EL PROCESO?		
¿QUE FUNCION CUMPLEN EN EL PROCESO?		
¿QUE PROPORCION DE ACTIVIDAD/INACTIVIDAD TIENEN LAS MAQUINAS-EQUIPOS-OPERARIOS		
¿OBSERVA METODOS DEFINIDOS DE TRABAJO ?		
¿OBSERVA DIVISION Y ESPECIALIZACION DEL TRABAJO?		
¿LOS PROCESOS IMPLICAN ALGUN COSTO ADICIONAL?		
¿OBSERVA ALGUN REPROCESO EN EL PRODUCTO FINAL?		
¿LOS MATERIALES, INSUMOS MATERIAS PRIMAS PASAN POR UN CONTROL PREVIO?		
OPINION Y SUGERENCIAS:		

Anexo n.º 3: Formato de reprocesos en cemento Premezclado de Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

DINO		ELABORACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO											ISO 9001				
06/07/2015		REPORTE DE CONCRETO REPROCESADO EN PLANTA															
PLANTA: PREMEZCLADOS CAJAMARCA											MES: FEBRERO						
DATOS GENERALES					REPROCESO			EVALUACIÓN				ANÁLISIS			Costo (S/.)		
Nº	Fecha Producción	Camión Miser	Nº Remito	Concreto	Volumen (m3)	Materiales	Cantidad	Autoriza (Cargo)	Requisito/ Parámetro Incumplido	Resultado Inicial	Resultado Reprocesado	Destino Final del Producto	Nº SAC	Causa	Acción Correctiva / Corrección		
1	19-feb	33	22,253	C210-MS-H57-A4	8.0	Cemento I		SGC / JP	SLUMP	FLUIDO	ASENTAMIENTO 0.5 U**	MISMO CLIENTE		LLAVE DE AGUA DE MIXER ABIERTA	SE ASENTAMIENTO	CORRIGIO	0.0
						Cemento MS	725 kg										271.6
						Cemento V											0.0
						Arena	2420 kg										87.1
						Graso 57	2359 kg										59.2
						Graso 67											0.0
						Agua											0.0
						Silicament 230N											0.0
						Plastiment TM12											0.0
						Silicament TM150											0.0
Silicament TM140		0.0															
TOTAL																417.95	

Anexo n.º 4: Encuesta de reclamos de clientes de disconformidad en la venta de cemento premezclado.

FECHA DE ENTREVISTA	AÑO	# MES	MES	TIPO DE CLIENTE	CIUDAD	ENCUESTADO	CLIENTE	ATC	PUN	OP	CAL	CO	PRO	COMENTARIOS
18/10/2014	2014	10	OCT	AUTOCONSTRUCCIÓN	CAJ	VICTOR DIAZ / JOSE CALDERON	ESCORPION SRL	JCHAVEZ	8	8	8	8	8.0	EL CLIENTE NO HA TENIDO INCONVENIENTE CON EL DESPACHO, HUBO UN RETRAZO DE 1/2 HORA
13/10/2014	2014	10	OCT	AUTOCONSTRUCCIÓN	CAJ	JESÚS PAISIG TAMAY / ALEX LEÓN	JESÚS PAISIG TAMAY	MESPINOZA	8	6	8	8	7.5	EL CLIENTE INFORMA, AL DESCARGAR EL CONCRETO, REALIZARON MUY RÁPIDO DEL CUAL NO QUEDO BIEN, YA QUE FUE UNA LOSA Y SE DEBIÓ TENER
20/10/2014	2014	10	OCT	KAMN	CAJ	VILMER CAMPOS	MINERA YANACOCHA	RCORO	8	9	7	8	8.0	EL CLIENTE INDICA, HABIDO UN RETRAZO DE 20 MINUTOS CON EL DESPACHO Y QUE EL CONCRETO NO HA SIDO TAN ÓPTIMO
23/10/2014	2014	10	OCT	KAMN	CAJ	VILMER CAMPOS	MINERA YANACOCHA	RCORO	8	9	7	8	8.0	EL CLIENTE INFORMA QUE HUBO UN RETRAZO CON EL DESPACHO
21/10/2014	2014	10	OCT	AUTOCONSTRUCCIÓN	CAJ	PERCY MARIN	PERCY MARIN	JCHAVEZ	6	10	8	9	8.3	EL CLIENTE NO ESTÁ RECIBIENDO EL CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD DESDE INICIO DE OBRA, Y HABIDO UN RETRAZO DE 4 HORAS CON EL DESPACHO
23/10/2014	2014	10	OCT	AUTOCONSTRUCCIÓN	CAJ	AMPARO SANCHEZ	VIVIENDA UNIFAMILIAR AMPARO SANCHEZ	JCHAVEZ	8	10	8	10	9.0	EL CLIENTE INDICA QUE HABIDO RETRAZO DE TRES HORAS CON EL DESPACHO
06/10/2014	2014	10	OCT	AUTOCONSTRUCCIÓN	CAJ	YULY POLANGOS SILVA	YULY POLANGOS SILVA	MESPINOZA	3	9	9	6	6.8	EL CLIENTE INFORMA QUE EL DESPACHO DEBIO REALIZARSE A LAS 8AM DEL CUAL LLEGARON A LAS 11AM

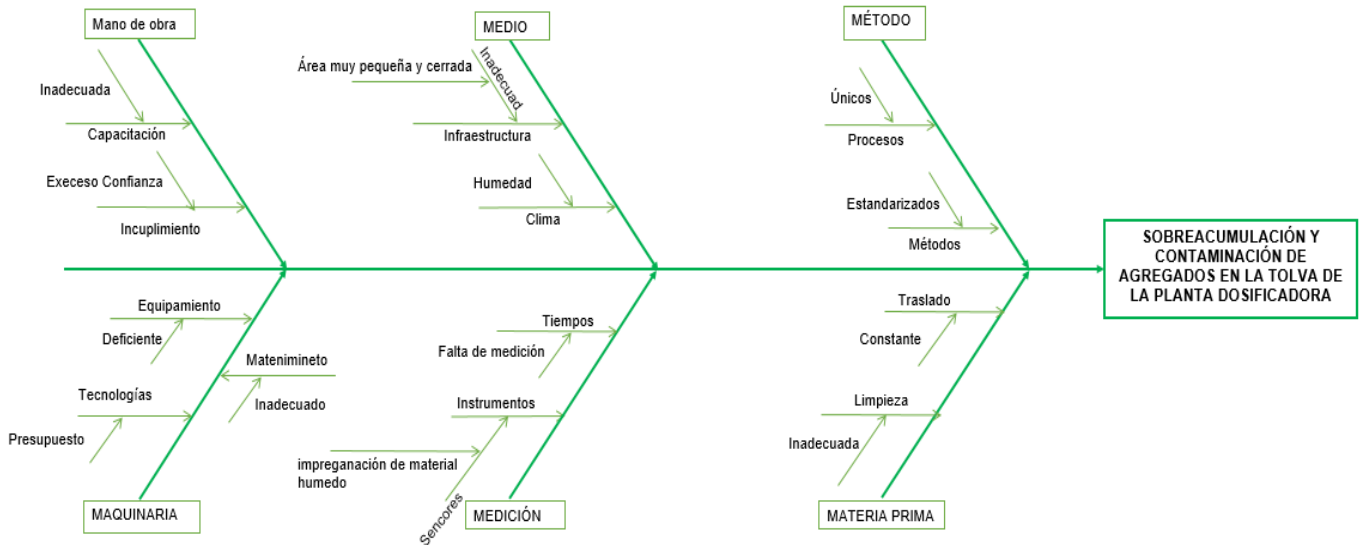
PRECIO MATERIALES

Materia Prima	Unidades	Costos
Cemento I	S/. x Tm	S/. 402.61
Cemento MS	S/. x Tm	S/. 374.65
Cemento V	S/. x Tm	S/. 514.16

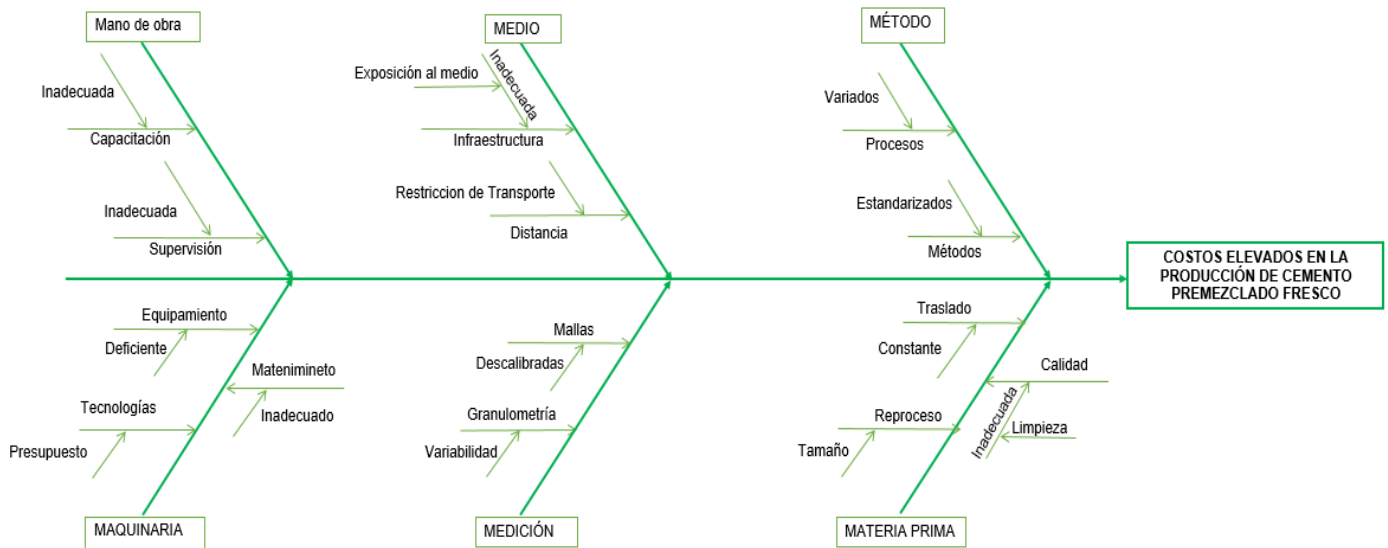
Materia Prima	Unidades	Costos
Sikament 290N	S/. x kg	S/. 2.80
Plastiment TM12	S/. x kg	S/. 3.10
Sikament TM150	S/. x kg	S/. 3.36
Sikament TM140	S/. x kg	S/. 4.20

Materia Prima	Unidades	Costos
Huso 57	S/. x Tm	S/. 25.10
Huso 67	S/. x Tm	S/. 27.70
Arena	S/. x Tm	S/. 36.00
Agua	S/. x Tm	S/. 10.00

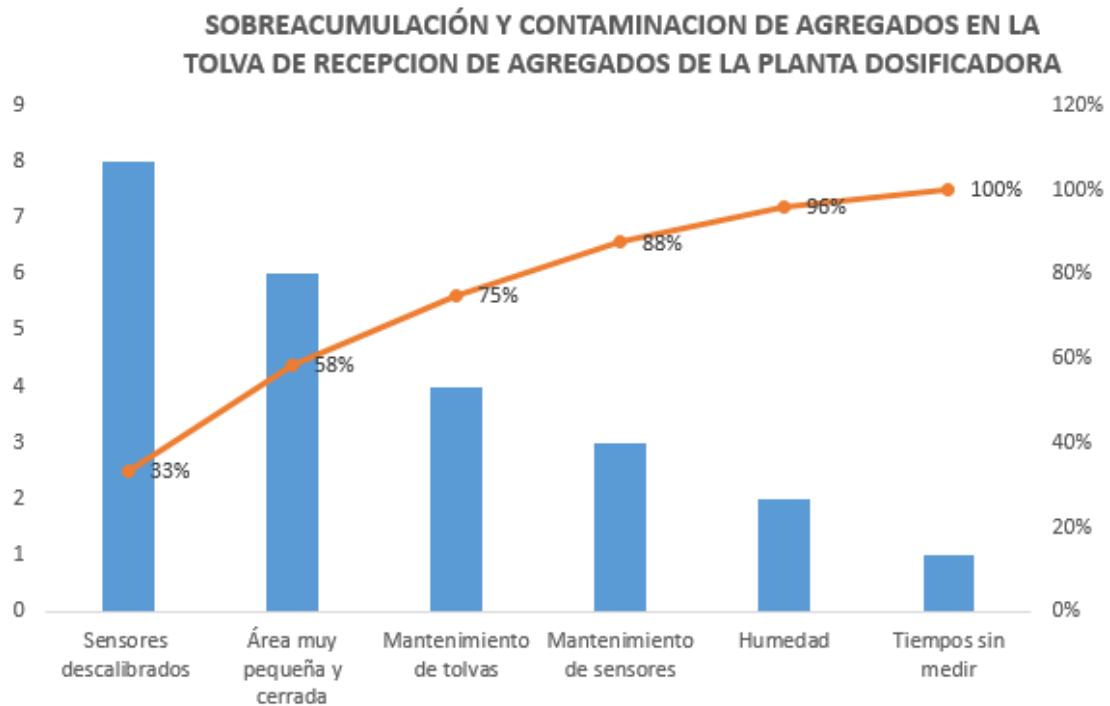
Anexo n.º 5: Diagrama de Ishikawa de la sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva de la planta dosificadora.



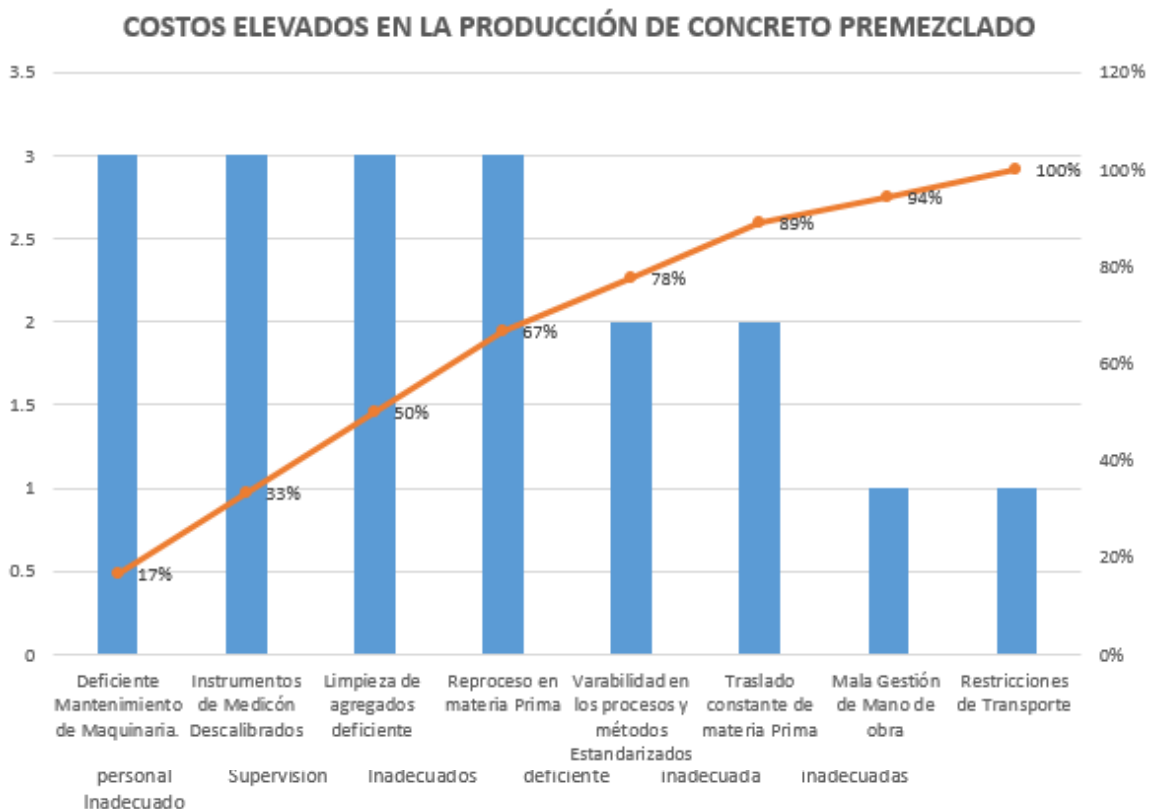
Anexo n.º 6: Diagrama de Ishikawa de los costos elevados en la producción de premezclado fresco.



Anexo n.º 7: Diagrama de Pareto de la sobreacumulación y contaminación de agregados en la tolva de recepción de agregados de la planta dosificadora.



Anexo n.º 8: Diagrama de Pareto de los costos elevados en la producción de concreto premezclado.



Anexo n.º 9: Costos de Materias Primas por cada tipo de concreto premezclado en m³ en comparación con otras plantas.

COSTOS PLANTA CAJAMARCA			COSTOS PLANTA PIURA			DIFERENCIA	PORCENTAJE
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Cemento I	S/. x Tm	S/. 403.33	Cemento I	S/. x Tm	S/. 350.00	S/. 53.33	13%
Cemento MS	S/. x Tm	S/. 374.65	Cemento MS	S/. x Tm	S/. 320.00	S/. 54.65	15%
Cemento V	S/. x Tm	S/. 489.20	Cemento V	S/. x Tm	S/. 450.00	S/. 39.20	8%
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Sikament 290N	S/. x kg	S/. 2.80	Sikament 290N	S/. x kg	S/. 2.20	S/. 0.60	21%
Plastiment TM12	S/. x kg	S/. 3.69	Plastiment TM12	S/. x kg	S/. 3.00	S/. 0.69	19%
Sikament TM150	S/. x kg	S/. 2.18	Sikament TM150	S/. x kg	S/. 1.86	S/. 0.32	15%
Sikament TM140	S/. x kg	S/. 4.20	Sikament TM140	S/. x kg	S/. 3.75	S/. 0.45	11%
Materia Prima	Unidades	Costos	Materia Prima	Unidades	Costos	COSTO	%
Huso 57	S/. x Tm	S/. 25.10	Huso 57	S/. x Tm	S/. 15.00	S/. 10.10	40%
Huso 67	S/. x Tm	S/. 27.70	Huso 67	S/. x Tm	S/. 18.00	S/. 9.70	35%
Arena	S/. x Tm	S/. 36.00	Arena	S/. x Tm	S/. 25.00	S/. 11.00	31%
Agua	S/. x Tm	S/. 10.00	Agua	S/. x Tm	S/. 10.00	S/. 0.00	0%

Anexo n.º 10: Costos de Materias Primas por cada tipo de concreto premezclado en m³.

	DATOS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN		DATOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN		OPTIMIZACIÓN
	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
CONCRETO: C210-MS- H57-A4	Cemento	300	285	15	5.00%
	Agua	192	188	4	1.33%
	Arena	935	858	77	25.67%
	Huso 57 (Piedra)	901	1019	-118	-39.33%
	Plastiment TM12	0	0	0	0.00%
	Sikament 290N	2.55	2.59	-0.04	-0.01%
CONCRETO: C210-MS- H67-A4	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	315	290	25	8.33%
	Agua	192	191	1	0.33%
	Arena	974	836	138	46.00%
	Huso 67 (Piedra)	835	1019	-184	-61.33%
	Plastiment TM12	0	0	0	0.00%
	Sikament 290N	2.74	2.64	0.1	0.03%
CONCRETO: C210-MS- H57-A5	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	305	290	15	5.00%
	Agua	192	191	1	0.33%
	Arena	954	922	32	10.67%
	Huso 57 (Piedra)	883	952	-69	-23.00%
	Plastiment TM12	0	0	0	0.00%
	Sikament 290N	2.9	2.64	0.26	0.09%
CONCRETO: C210-MS- H67-A5	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	310	295	15	5.00%
	Agua	195	195	0	0.00%
	Arena	988	956	32	10.67%
	Huso 67 (Piedra)	826	886	-60	-20.00%
	Plastiment TM12	0	0	0	0.00%
	Sikament 290N	3.01	2.68	0.33	0.11%

CONCRETO: C280-MS- H57-A4	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	385	350	35	11.67%
	Agua	196	189	7	2.33%
	Arena	904	789	115	38.33%
	Huso 57 (Piedra)	837	1033	-196	-65.33%
	Plastiment TM12	0	0.35	-0.35	-0.12%
	Sikament 290N	3.08	3.15	-0.07	-0.02%

CONCRETO: C280-MS- H57-A5	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	380	355	25	8.33%
	Agua	194	192	2	0.67%
	Arena	892	847	45	15.00%
	Huso 57 (Piedra)	859	962	-103	-34.33%
	Plastiment TM12	0	0.36	-0.36	-0.12%
	Sikament 290N	3.58	3.3	0.28	0.09%

CONCRETO: C280-MS- H67-A5	Materia Prima	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Cantidad en Kg	Porcentaje
	Cemento	385	360	25	8.33%
	Agua	200	194	6	2.00%
	Arena	896	881	15	5.00%
	Huso 67 (Piedra)	866	898	-32	-10.67%
	Plastiment TM12	0	0.36	-0.36	-0.12%
	Sikament 290N	3.62	3.35	0.27	0.09%

Anexo n.º 11: Analisis de modos de fallos y efectos con criticidad (AMFEC).

COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	VALORES
Tornillo Alimentador de Cemento	Permitir el flujo de cemento procedente de los silos de acopio de cemento con destino a la balanza	Flujo de cemento es levemente lento	0.50
		El flujo es más lento de lo que debería	0.50
		El flujo es demasiado lento	0.50
			0.50
Compresor de Aire	Almacenar el aire procedente del medio ambiente con destino de dosificación hacia sistema neumático	Filtración de impurezas	1.00
			1.00
		Filtración de agua	0.50
			0.50
		Filtración de humedad	0.50
Faja Transportadora de Agregados	Permitir el flujo de agregados procedente del área de almacenamiento con destino a la balanza	Pérdida total del flujo	1.00
Tablero Eléctrico de Potencia	Permitir la operatividad de toda la Planta Bentonmac	Pérdida total de la operatividad de la planta	1.00
			1.00
Balanza de Cemento	Medir el peso del cemento procedente del tornillo alimentador de cemento	Variación pequeña en el peso del cemento	0.20
		Variación media en el peso del cemento	0.30
		Variación alta en el peso del cemento	0.50
			0.50
Balanza de Aditivos	Medir el peso de aditivos procedente de	Variación pequeña de en el peso de los aditivos	0.30

los tanques de almacenamiento	Variación media de en el peso de los aditivos	0.40
	Variación alta de en el peso de los aditivos	0.70
		0.70

CAUSAS	VALORES	EFECTO SOBRE	
		OTROS COMP	SISTEMAS
Rodamiento de gusano de cemento desgastado	1.00	Atoro del gusano de carga de cemento	Posible deterioro de tuberías
Tornillo de silos de cemento descentrados (falta de mantenimiento)	1.00	Desgaste del rodamiento de gusano	Trabado del sistema de flujo de cemento
Rodamiento de gusano lleno de cemento	0.30	Atoro en las mangueras y tubería del flujo de cemento	Posible Deterioro del sistema de dosificado de cemento
Gusano de carga de cemento atorado	0.70		
Filtro en mal estado	1.00	Reduce la vida útil de las herramientas neumáticas	Posible Deterioro del sistema de filtración
	1.00	válvulas de las tuberías contaminadas	Posible fuga de aire por línea neumática
Filtro con roturas	1.00	Puede llegar a los tanques de almacenamiento de aire y generar	Deterioro de los tanques de almacenamiento
	1.00	corrosión	Posible fuga de aire por los tanques de almacenamiento
Medio ambiente húmedo	0.30	Puede generar corrosión en los tanques de almacenamiento de aire	Deterioro del sistema de tratamiento de aire
Rotura de fajas	1.00	desgaste de polines guías de faja	Posible rotura de fajas y parada del sistema
Corto circuito por cables deteriorados	0.60	Puede generar cortes circuitos al sistema eléctrico	Posible incendio
Sobrecargas eléctricas	0.40		Posible explosión
Deterioro por desgaste	0.25		Posible descalibración de balanza
Calibración inadecuada de balanzas	0.40	Descalibración de Balanza	Deterioro del sistema de dosificado

Falta de calibración de balanzas	0.50	Descalibración de Balanza	Inoperatividad de la balanza
Fallo por mantenimiento	0.50		
Deterioro por desgaste	0.25		Posible descalibración de balanza
Calibración inadecuada de balanzas	1.00	Descalibración de Balanza	Deterioro del sistema de dosificado
Falta de calibración de balanzas	1.00	Descalibración de Balanza	Inoperatividad de la balanza
Fallo por oxidación	1.00		

PROBALIDAD	FRECUENCIA F	SISTEMA ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA
		GRAVEDAD G	NO DETECCION D	IPR	
1.33333333	7	2	1	14	
1.33333333	7	4	1	28	
0.40000000	5	6	6	180	Aumentar cantidad de intervenciones de mantenimiento
0.93333333	6	6	6	216	Se cambio la posición del suministro de aire, cerca al gusano de carga de cemento
2.00000000	7	6	6	252	Implementación de una unidad de mantenimiento (FRL)
2.00000000	7	6	6	252	unidad de mantenimiento (FRL)
1.00000000	7	4	6	168	Implementación de una unidad de mantenimiento (FRL)
1.00000000	7	4	6	168	Implementación de una unidad de mantenimiento (FRL)
0.30000000	5	5	1	25	
1.33333333	7	6	4	168	Aumentar cantidad de intervenciones de mantenimiento
0.40000000	5	6	4	120	Cambio de cables normales a cables contra incendios
0.26666667	5	6	4	120	Cambio de interruptor termomagnético de mayor amperaje
0.06666667	4	2	1	8	
0.16000000	5	4	1	20	
0.33333333	5	8	6	240	Aumento de los periodos de Calibración
0.33333333	5	8	6	240	Aumento del mantenimiento de las partes de la balanza
0.15000000	5	3	1	15	
0.80000000	6	4	1	24	
1.40000000	6	6	6	216	Aumento de los periodos de Calibración
1.40000000	6	6	6	216	Cubrir con techo y paredes la balanza

SISTEMA CON MEDIDA CORRECTORA				
PROBABILIDAD	FRECUENCIA F'	GRAVEDAD G'	NO DETECCION D'	IPR'
0.33333333	7	2	1	14
0.33333333	7	4	1	28
0.10000000	5	6	3	90
0.23333333	2	6	6	72
0.66666667	2	6	6	72
0.66666667	2	6	6	72
0.33333333	2	4	6	48
0.33333333	2	4	6	48
0.10000000	5	5	1	25
1.33333333	7	6	2	84
0.40000000	5	2	4	40
0.26666667	5	2	4	40
0.06666667	3	6	5	90
0.16000000	3	4	5	60
0.33333333	5	8	1	40
0.33333333	5	8	1	40
0.15000000	5	3	1	15
0.80000000	6	4	1	24
1.40000000	6	6	1	36
1.40000000	6	6	1	36