

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA DE CONCRETO
PREMEZCLADO EN INSTALACIONES MINERAS – APLICACIÓN
AMPLIACION DE LA UNIDAD MINERA ANTAMINA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

CRISTHIAN FELIX LAURA PORTUGAL

Lima- Perú

2013

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida. A mi padre que con sus siempre precisos consejos ha sabido guiarme para lograr esta meta. A mis hermanos Alex y Dennis que significan un motivo importante en mi vida para seguir hacia adelante.

	Pág.
RESUMEN.....	1
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE CUADROS	8
INTRODUCCION.....	9
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	11
1.1 DEFINICIONES BÁSICAS SOBRE EL CONCRETO	11
1.1.1. Definición de concreto	11
1.1.2. Concreto Premezclado	14
1.1.3. Criterios de diseño.....	14
1.1.4. Carguío del concreto en mixer.....	16
1.1.5. Control de calidad del concreto premezclado	17
1.1.6. Transporte y colocación del concreto.....	18
1.1.7. Tipos de concreto usados en la obra en estudio.....	19
1.1.8. Proceso de producción de concreto en planta dosificadora.	21
1.2 PRODUCTIVIDAD	22
1.2.1. Conceptos generales acerca de productividad	22
1.2.2. Productividad en la producción de concreto premezclado en el Perú. .	26
1.2.3. Industrialización del concreto premezclado en el Perú.....	29
CAPITULO II: HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD.....	30
2.1 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	30
2.1.1. Herramientas estadísticas	30
2.1.2. Distribución en planta: Layout.....	35
2.2 MÉTODOS PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA DE CONCRETO EN MINA.....	38
2.2.1. Theory of constrains (Teoría de Restricciones).....	38
2.2.2. Just in Time (Justo a Tiempo) en la fabricación de Concreto premezclado.	42
2.2.3. Lean Production en la fabricación de concreto premezclado	45

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO – CONDICIONES INICIALES	46
3.1 COMPONENTES DEL PROCESO DE PRODUCCION.....	46
3.1.1. Componentes tecnológicos.....	46
3.1.2. Componente recurso humano.....	52
3.1.3. Componente recursos materiales	53
3.1 EMPLEO DE LA PLANTA EN OBRA	54
3.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LA PLANTA.....	56
3.2.1. Factores a tener en cuenta.....	56
3.2.2. Montaje e Instalación de la planta dosificadora.....	57
3.2.3. Análisis de tiempo y costos.....	61
CAPITULO IV: CASO DE ESTUDIO: PRODUCCION DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE ANTAMINA	65
4.1 DESCRIPCION DE LA OBRA.....	65
4.2 DESCRIPCION DEL PROCESO.....	70
4.2.1. Identificación y medición de las actividades.....	70
4.3 EVALUACION DE RESULTADOS	81
4.4 PROPUESTAS DE MEJORA.....	85
4.5 ANALISIS DE TIEMPOS Y COSTOS.....	91
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1 CONCLUSIONES	95
5.2 RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA.....	99
ANEXOS.....	100

RESUMEN

La importancia que tiene el Programa de Expansión de la Unidad Minera Antamina, consideró necesario que el concreto que se utilizaría sea suministrado por una empresa especializada en este negocio, buscando asegurar la calidad de este material y la puntualidad en el despacho. Sin embargo, el ímpetu de satisfacer la necesidad del cliente devino en ratios no muy alentadores para la empresa concretera, demostrando que la planta no resultaba ser rentable, utilizando los recursos ineficientemente.

Es entonces que el indicador que necesitamos medir es la productividad. El estudio comprende un análisis progresivo de diferentes etapas que inicia desde la información bibliográfica y revisión de datos estadísticos de plantas similares hasta la implementación de las mejoras propuestas, seguimiento y control después de la implementación y análisis de resultados que permiten finalmente integrar todas las variables en unos lineamientos para mejorar la productividad de la Planta de Concreto.

Se realizaron mediciones diarias en cada vaciado durante los primeros meses del proyecto empleando una serie de técnicas y herramientas, tales como diagramas de control, diagramas de comportamiento, observación directa, entrevistas, etc. El primer objetivo fue realizar el diagrama de flujo del proceso de fabricación del concreto, utilizando los símbolos ASME (American Society of Mechanical Engineers), luego usamos las herramientas estadísticas, específicamente el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto para encontrar las causas más probables de la baja productividad. Entre las causas probables descubrimos que el cargador frontal solo desarrollaba el 60% de su capacidad nominal debido a problemas en la rampa de acceso a la tolva de alimentación de agregados, planteamos propuestas de mejoras que al ser implementadas incrementaron su productividad en un 32%. Del mismo modo se encontraron otras actividades que estaban limitadas y no desarrollaban toda su capacidad.

La planta de concreto, mostraba muchas oportunidades de mejora como falta de capacitación del personal, mala distribución de puntos de acopio, fallas mecánicas innecesarias, fallas de diseño constructivo en la rampa, etc., que se verificaron con los diagramas de Ishikawa y Pareto y que luego de ser analizadas y posteriormente mejoradas incrementaron la productividad total de la planta en un 29%. Otros factores importantes que fueron impactados positivamente por las modificaciones de mejora fueron el tiempo de producción que se redujo en un 29.3% y el costo de producción que se redujo en un 12.3% por metro cubico de concreto producido.

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1.- Silos de Cemento (Fuente: Archivo propio).....	12
Figura N° 1.2.- Diseño de mezcla de concreto $f'c=10$ MPa (Fuente: Archivo propio).....	15
Figura N° 1.3.- Carguío de concreto a mixer (Fuente: Archivo propio).....	16
Figura N° 1.4.- Sistema semi computarizado para carguío de concreto (Fuente: Archivo propio).....	17
Figura N° 1.5.- Principales ensayos al concreto en estado fresco (Fuente: Archivo propio).....	18
Figura N° 1.6.- Porcentaje de uso de concreto por diseños (Fuente: Oficina técnica de planta).....	20
Figura N° 1.7.- Esquema general del Proceso.....	22
Figura N° 1.8.- Importancia del Estudio del trabajo para el aumento de la Productividad.....	23
Figura N° 1.9.- Ventajas de la administración de desperdicios con el Just in Time (Fuente: Elaboración propia).....	25
Figura N° 2.1.- Diagrama de control para el número de mixers regulados por día (Fuente: Elaboración propia).....	32
Figura N° 2.2.- Histograma de causas de demora del ingreso de cemento a la Mina (Fuente: Elaboración propia).....	33
Figura N° 2.3.- Diagrama de Pareto de las causas de demora del ingreso de cemento a la Mina (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura N° 2.4.- Diagrama de comportamiento de la venta del concreto mensual (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura N° 2.5.- Vista panorámica del área destinada para la ubicación de la planta de concreto (Fuente: Archivo propio).....	36
Figura N° 2.6.- Layout inicial de la Planta de concreto (Fuente: Oficina técnica de planta).....	37
Figura N° 2.7.- Ciclo de análisis de restricciones (Fuente: Elaboración propia)..	39
Figura N° 2.8.- Mapa de procesos de Planta de concreto (Fuente: Elaboración propia).....	41

Figura N° 2.9.- Número de mixer necesarios para el despacho (Fuente: Elaboración propia).....	44
Figura N° 3.1.- Dimensiones de Planta de Concreto CON-E-CO LO PRO 10 (Fuente: CON-E-CO)	49
Figura N° 3.2.- Dimensiones de cargador frontal komatsu WA200 (Fuente: Komatsu)	51
Figura N° 3.3.- Nuevo molino SAG (Fuente: archivo propio)	55
Figura N° 3.4.- Vaciados promedios mensuales (Fuente: archivo propio).....	56
Figura N° 3.5.- Maniobras de izaje (Fuente: CON-E-CO).....	59
Figura N° 3.6.- Maniobras de izaje planta CONECO LO PRO 10 (Fuente: CON-E-CO).....	59
Figura N° 3.7.- Disposición final de la planta (Fuente: CON-E-CO).....	60
Figura N° 3.8.- Esquema de distribución eléctrica para la planta de concreto. (Fuente: Oficina técnica de planta)	61
Figura N° 3.9.- Preparativos previos al izaje de silo de cemento (Fuente: Archivo propio)	62
Figura N° 4.1.- Mapa de ubicación del Proyecto	65
Figura N° 4.2.- Distribución de vaciados en la planta concentradora. (Fuente: Ingeniería & Proyectos Antamina).....	66
Figura N° 4.3.- Vista tridimensional de las nuevas estructuras. (Fuente: Ingeniería & Proyectos Antamina)	67
Figura N° 4.4.- Situación organizacional de UNICON en el proyecto	67
Figura N° 4.5.- Izquierda: Bajas temperaturas de vaciado. Derecha: Vaciados de madrugada 2:00 am aprox. (Fuente: Archivo propio).....	70
Figura N° 4.6.- Izquierda: Equipos mixer y retroexcavadora en planta. Derecha: Planta de concreto CONECO. (Fuente: Archivo propio).....	70
Figura N° 4.7.- Esquema del Subproceso N°01: Carguío de concreto a mixer. (Fuente: Elaboración propia).....	72
Figura N° 4.8.- Diagrama de Ishikawa para subproceso N°01 (Fuente: Elaboración propia).....	74
Figura N° 4.9.- Manga alrededor de chute de carguío (Fuente: Archivo propio). 76	
Figura N° 4.10.- Ensayo en área de calidad (Fuente: Archivo propio).....	77

Figura N° 4.11.- Diagrama de Ishikawa para subproceso N°02 (Fuente: Elaboración propia).....	79
Figura N° 4.12.- Diagrama de Pareto para subproceso N°01 (Fuente: Elaboración propia)	83
Figura N° 4.13.- Diagrama de Pareto para subproceso N°02 (Fuente: Elaboración propia)	85
Figura N° 4.14.- Derecha: Se muestra la separación de la parte frontal desgastada por el peso propio del cargador. Mal diseño de la rampa. Izquierda: Detalle de separación de la rampa. (Fuente: Archivo propio).....	87
Figura N° 4.15.- Disposición final de la rampa. (Fuente: Archivo propio).....	88
Figura N° 4.16.- Comparación de la distribución del tiempo del supervisor de calidad luego de reubicación. (Fuente: Elaboración propia).....	88
Figura N° 4.17.- Nuevo lugar de acopio de desperdicios. (Fuente: Archivo propio)	89
Figura N° 4.18.- Izquierda. Material proporcionado por Cosapi. Derecha. Motoniveladora distribuyendo el material. (Fuente: Archivo propio)	89
Figura N° 4.19.- Compactación de terreno en área de control de calidad. (Fuente: Archivo propio).....	90
Figura N° 4.20.- Colocación de mantas para proteger agregados. (Fuente: Archivo propio).....	90
Figura N° 4.21.- Reducción de tiempos de vaciados. (Fuente: Oficina técnica de planta)	92
Figura N° 4.22.- Reducción de costos mensual de planta. (Fuente: Oficina técnica de planta)	93

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1.1.- Normas aplicables a los insumos del concreto del proyecto en estudio.....	18
Tabla N° 1.2.- Tipos de concreto en el proyecto.....	19
Tabla N° 1.3.- Volúmenes estimados de concreto por diseño	20
Tabla N° 1.4.- Productividad de la Planta de Concreto.....	27
Tabla N° 1.5.- Productividad de Mixer en la Planta de Concreto.....	28
Tabla N° 1.6.- Productividad de Bomba telescópica en la Planta de Concreto...	28
Tabla N° 2.1.- Programación semanal de concreto	43
Tabla N° 2.2.- Cálculo de mixers necesarios para el despacho	44
Tabla N° 3.1.- Especificaciones técnicas de planta CON-E-CO LO PRO 10	47
Tabla N° 3.2.- Especificaciones técnicas de camión mezclador VW 31-310	50
Tabla N° 3.3.- Especificaciones técnicas de cargador frontal komatsu WA200..	51
Tabla N° 3.4.- Personal de planta de concreto	52
Tabla N° 3.5.- Capacidad de almacenamiento y rendimiento de insumos	54
Tabla N° 3.6.- Programa de trabajo para montaje e instalación de planta de concreto.....	63
Tabla N° 3.7.- Presupuesto del montaje e instalación de la Planta de Concreto Premezclado.....	64
Tabla N° 4.1.- Componentes del diseño representativo de $f'c=30MPa$	68
Tabla N° 4.2.- Propiedades generales del concreto de $f'c=30MPa$	68
Tabla N° 4.3.- Primera aproximación de personal y mixer requerido para el proyecto.....	69
Tabla N° 4.4.- Causas probables del Subproceso N°01	82
Tabla N° 4.5.- Incidencia de causas probables de Sub proceso N°01.....	82
Tabla N° 4.6.- Causas probables del Subproceso N°02	84
Tabla N° 4.7.- Incidencia de causas probables de Sub proceso N°02.....	84
Tabla N° 4.8.- Rendimiento de cuadrilla para vaciado en elementos estructurales con bomba y sin bomba.....	91
Tabla N° 4.9.- Rendimiento de cuadrilla para vaciado en elementos no estructurales con bomba y sin bomba.....	91

Tabla N° 4.10.- Análisis de costo unitario del metro cúbico de concreto antes de implementación.....	94
Tabla N° 4.11.- Análisis de costo unitario del metro cúbico de concreto después de implementación.....	94

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 2.1.- Lineamientos fundamentales de la Teoría de Restricciones	38
Cuadro N° 2.2.- Factores de estudio del Just in Time	42
Cuadro N° 4.1.- Diagrama de flujo de Subproceso N°01	73
Cuadro N° 4.2.- Diagrama de flujo de Subproceso N°02.....	78
Cuadro N° 5.1.- Problemas identificados, medidas tomadas y mejoras	95

INTRODUCCION

El presente informe se refiere a la aplicación de metodologías adecuadas para mejorar la Productividad en una Planta de Producción de Concreto premezclado bajo las condiciones que implica estar ubicada dentro de una instalación minera de gran importancia en el Perú como es la Compañía Minera Antamina.

Para lograr la mejora partiremos de la máxima: "Todo lo que se puede medir, lo podemos mejorar", la cual nos conduce a realizar el estudio cuantitativo del proceso de fabricación del concreto, basando la medición en herramientas estadísticas y metodologías como el *Justo a Tiempo* o el *Lean Production*. Para lograr esto es indispensable conocer en detalle el proceso de producción, de manera tal que se pueda identificar las actividades restrictivas, proponer mejoras y aplicarlas.

El interés que motivó realizar el estudio de la Productividad en una Planta de Concreto ubicada dentro de una mina fue el de conocer los beneficios que se obtendrán al practicar una metodología adecuada para mejorar la productividad en lo referente a la Producción, a la seguridad, a la calidad, al medio ambiente, a la gestión administrativa, en el momento que interactúa con el entorno minero.

Debemos tener presente que el concreto es el material más importante de la construcción y su fabricación es capaz de incidir en el costo, en el plazo y en la calidad del proyecto, además la producción del concreto es un proceso en el cual la mayoría de los insumos y factores que intervienen se pueden limitar, regular, uniformizar y medir; esto lo hace al proceso susceptible más fácilmente a mejoras que se reflejarían en el incremento de su productividad.

Así mismo el presente estudio contempla las limitaciones o ventajas de realizar este proceso de fabricación bajo las condiciones de la mina, lo cual convierte ciertas etapas del proceso, que parecían irrelevantes, en etapas de mayor importancia. Entre estas condiciones especiales tenemos:

Permisos de seguridad y/o trámites administrativos propios de los procedimientos exigidos por la mina.

Condiciones climáticas; altitud de 4300 msnm, temperaturas mínimas de -7°C, tormentas eléctricas, etc.

Situación social y económica de los pueblos cercanos a la mina, posibles bloqueos de accesos a la mina que impactan en la paralización de los procesos de producción.

Exigencia de la minera en procedimientos medio ambientales de acuerdo a las normas nacionales e internacionales.

En la primera parte de este trabajo, capítulos I y II, damos a conocer el entorno laboral y el marco conceptual, relacionándolos de manera tal que tengamos las herramientas necesarias para interpretar el proceso de fabricación del concreto y posteriormente implementar propuestas de mejora.

La segunda parte, capítulos III y IV, comprende el estudio de la Planta de Producción de concreto premezclado de Antamina, describiremos detalladamente el proceso de producción del concreto premezclado, identificaremos, mediremos, plantearémos mejoras, y las aplicaremos en la Planta de concreto, y luego finalmente se mostraran los resultados satisfactorios que obtuvimos.

En este estudio, se pretende establecer lineamientos necesarios para el control y seguimiento de la productividad en una planta de producción de concreto premezclado, que sirvan de punto de partida para posteriores proyectos en los cuales se trabajen con la elaboración de concreto a pie de obra.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 DEFINICIONES BÁSICAS SOBRE EL CONCRETO

Para nuestro caso de aplicación es importante conocer los siguientes conceptos relacionados al concreto:

1.1.1. Definición de concreto

El concreto es una roca artificial creada con fines constructivos, es el producto de la mezcla de materiales cementicios, agregados, agua, y eventualmente aditivos y adiciones.

Denominamos materiales cementicios a aquellos insumos que en presencia de agua reaccionan químicamente formando una masa homogénea con propiedades de adhesión y cohesión necesaria para unir agregados y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad solicitada. Los principales cementantes hidráulicos son los cementos hidráulicos, algunas escorias y ciertos materiales con propiedades puzolánicas. De acuerdo con el grado de poder cementante y lo requerimientos específicos de las aplicaciones, estos cementantes pueden utilizarse en forma individual o combinados entre sí.

Cemento Puzolánico TIPO IP

En nuestro proyecto de aplicación utilizamos el cemento puzolánico tipo IP conocido comercialmente como "ATLAS", producido por CEMENTOS LIMA. El uso de este tipo de cemento se debió básicamente a dos factores: 1) las condiciones climáticas de la zona del proyecto y los grandes volúmenes de concreto conocidos también como vaciados masivos, en el orden de 1500 metros cúbicos por jornada de trabajo.

Cabe mencionar que los vaciados masivos se consideraban a partir de 300 metros cúbicos de concreto y son vaciados en los cuales la planificación de los insumos para concreto, mano de obra y equipos es muy importante.

El transporte del cemento se realizaba en bombonas de cemento y se almacenaban en silos de 150 toneladas de capacidad cada uno, como se observa en la Figura N° 1.1.



Figura N° 1.1.- Silos de Cemento (Fuente: Archivo propio)

Agregados y cantera “CONOCOCHA”

Los agregados son los materiales inertes que definen muchas características importantes del concreto en estado fresco y endurecido. Se sugiere que un buen agregado debe presentar una granulometría adecuada al uso del concreto y según los estándares de calidad, debe ser granular para mejorar la adherencia y debe estar libre de impurezas.

En nuestro proyecto, la cantera se ubicaba fuera de ANTAMINA, en la localidad de CONOCOCHA a aproximadamente 100 km de distancia de la mina, y producía tanto el agregado fino como agregado grueso de huso 57.

Luego de hacer el análisis de ubicación se decidió por la cantera de Conococha básicamente por las siguientes razones: 1) La distancia a la mina, 2) La potencia de agregado a extraer, 3) la calidad del agregado extraído y 4) Convenios con la Comunidad.

Agua

El agua de mezclado reacciona con el cemento y produce la masa cementante para adherirse a los agregados y a los aditivos. El concreto premezclado debe fabricarse de acuerdo a las normas internacionales que establecen los límites permisibles que debe cumplir el agua de mezclado.

Manteniendo el enfoque del presente trabajo, es importante tener presente que nuestra planta, es una planta móvil, por estar dedicada exclusivamente a un proyecto o conjunto de proyectos cercanos durante el tiempo que duren éstos. Por lo tanto, el suministro del agua es una consideración importante en plantas de estas características. Es diferente el caso de plantas fijas, en las cuales el abastecimiento de agua se soluciona haciendo la conexión a una red disponible.

Teniendo esto presente, el agua de nuestra planta se almacenaba en tanques y era transportada por cisternas desde puntos de abastecimiento autorizados por la mina, estos puntos de abastecimiento se conocen coloquialmente con el nombre de “garzas”.

Aditivos

Los aditivos son sustancias complementarias que en los últimos años se han consolidado como insumos obligatorios en el concreto, debido a que mejoran las características y propiedades del concreto según las necesidades del proyecto.

En nuestro caso utilizamos el aditivo superplastificante Pozzolith 130N suministrado por BASF y el aditivo incorporador de aire Sika Aer suministrado por SIKA. En ambos casos, el suministro se daba en cilindros, el Pozzolith 130N en cilindros de 208 litros de capacidad y el Sika Aer en cilindros de 200 kg de capacidad. Ambos productos eran transportados desde la ciudad de Lima.

1.1.2. Concreto Premezclado

El concreto premezclado es aquel que se fabrica a pie de obra y se entrega al cliente en estado fresco, dejándolo listo para su colocación en la construcción.

La norma ASTM C94 "Standard Specification for Ready - Mixed" nos propone lineamientos sobre los insumos para la elaboración del concreto premezclado, tolerancias de las propiedades del concreto premezclado, transporte a obra y colocación del concreto premezclado.

1.1.3. Criterios de diseño

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que en base a la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económica los requerimientos particulares del proyecto constructivo. Las características y las proporciones de cada componente definirán finalmente las características y propiedades del concreto. El método de diseño utilizado en nuestro proyecto fue tomando como referencia el método del ACI, añadiendo el principio de distribución de acuerdo al porcentaje óptimo de los agregados. En la Figura N° 1.2 se muestra como ejemplo el diseño aprobado por el cliente de 10 MPa. Cabe mencionar que en este proyecto se trabajaron con 4 diseños de mezclas distintos de acuerdo a las necesidades de la estructura.

UNICON FORMATO 03	REGISTRO DE CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO DE PRUEBA PLANTA ANTAMINA EXPANSION		
----------------------	---	--	--

Fecha	03/05/2010	N° Solicitud	M-2
Diseño	10 MPA	Hora Vaciado	16:30
Relación A/C	0.85	Técnico	C. QUINTANA
Relación %AF/%AG	46% - 54%	Volumen m3	1.01
Cementante(Kg.)	200	Vol. de Prueba m3	3
MF(Global):	5.12		

TIPO DE CONCRETO: 10 MPA ARENA CONOCOCHA - PIEDRA 57 CONOCOCHA CON CEMENTO IP(P100E57B)

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

Agregados	%	Aditivos	%	cc
Arena	46	Pozzolith 130N	0.52	5.00
Piedra 57	54	Rheobuild 1000	0.00	0.00
Piedra 4	0	Pozzolith NC 534	0.00	0.00
Global 2 B	0	Sika Aer	0.03	0.26

INSUMOS	PROCEDENCIA	PESO ESPECIFICO/Kg/m	M. FINEZA	ABSORCION %	HUMEDAD %
Cemento Atlas IP	Cementos Lima	3130			
Agua	Antamina	1000			
Arena	Conococha	2580	3.04	1.690	7.50
Piedra 57	Conococha	2654	6.89	1.010	2.00
Piedra 4	Jicamarca	2767	7.90	0.600	0.00
Global 2 B	Antamina	2742	5.23	0.410	0.00
Pozzolith 130N	Basf	1030			
Rheobuild 1000	Basf	1215			
Pozzolith NC 534	Basf	1340			
Sika Aer	Sika	1010			

INSUMOS	DISEÑO S.S.S.	VOLUMEN(m3)	PESO SECO(Kg/m3)	PESO HUMEDO(Kg/m3)	TANDA	UND
Cemento Atlas IP	200	0.0639	200	200	600.00	Kg
Agua	170	0.1700	195	111	331.65	Lt
Arena	863	0.3289	849	912	2736.80	Kg
Piedra 57	1035	0.3861	1025	1045	3135.83	Kg
Piedra 4	0	0.0000	0	0.0	0.00	Kg
Global 2 B	0	0.0000	0	0	0.00	Kg
Pozzolith 130N	1.03	0.0010	1.00	1.00	3.00	Lt
Rheobuild 1000	0	0	0.00	0.00	0.00	Lt
Pozzolith NC 534	0	0	0.00	0.00	0.00	Lt
Sika Aer	0.05	0.0001	0.05	0.05	0.16	Lt
AIRE	6.0%	0.0600				
TOTAL	2269	1.0100	2269	2269	6807.53	

ENSAYOS DE CONTROL EN CONCRETO FRESCO

T° AMBIENTE	T° CONCRETO	SLUMP	CONTENIDO DE AIRE	PESO UNITARIO	RENDIMIENTO	TIEMPO DE FRAGUA
8.1 °C	15 °C	5 1/2"	4.60%	2259	1.00	-

ENSAYOS DE CONTROL EN CONCRETO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESION			RESISTENCIA A LA FLEXION			MODULO DE ELASTICIDAD
Probetas / Edad	f'c (Kg/cm2)	% f'c	VIGA	MR (Kg/cm2)	% MR	
M-1-1 1 Dias	5	5%	-	-	-	-
M-1-2 1 Dias	5	5%				
M-1-3 7 Dias	80	80%				
M-1-4 7 Dias	82	82%				
M-1-6 28 Dias	119	119%				
M-1-6 28 Dias	122	122%				

Figura N° 1.2.- Diseño de mezcla de concreto f'c=10 MPa (Fuente: Archivo propio).

1.1.4. Carguío del concreto en mixer

La planta de concreto del proyecto en análisis es una planta del tipo dosificadora, es decir que está conformada de balanzas calibradas para cada insumo del concreto y que luego de ser pesados son transportados al tambor del mixer a través de fajas donde se produce el proceso de mezclado para la obtención del concreto. Se procura mantener un orden de carguío de cada insumo al tambor del mixer al mismo tiempo que este gira, de esta manera se busca que la mezcla sea homogénea, en la figura N°1.3 observamos el carguío del mixer, el tiempo de duración de este proceso depende de la planta dosificadora, en nuestro caso nuestra planta demoraba entre 8 y 10 minutos. En este proceso que es muy importante para la calidad del concreto, es importante la habilidad del operador del mixer y del operador de la planta para controlar con precisión los tiempos de velocidad de giro del tambor y del ingreso de los insumos.



Figura N° 1.3.- Carguío de concreto a mixer (Fuente: Archivo propio)

Sin embargo, en la actualidad se cuenta con plantas semi computarizadas en las cuales el orden de carguío esta preestablecido para cada diseño de concreto, como es el caso de nuestra planta en estudio. Esto se muestra en la figura 1.4.



Figura N° 1.4.- Sistema semi computarizado para carguío de concreto (Fuente: Archivo propio).

1.1.5. Control de calidad del concreto premezclado

El control de calidad del concreto producido en la planta de concreto se lleva a cabo desde los insumos hasta el control de calidad de la mezcla misma. Cada proveedor de los insumos emite mensualmente y/o quincenalmente certificados de calidad de sus productos enviados a obra por lo que este documento sirve como sustento para afirmar que los insumos están en condiciones aptas para su utilización.

Asimismo los controles de calidad del concreto que se llevan a cabo en la planta deben cumplir los requisitos establecidos en las normas ASTM y NTP, según lo indique el cliente.

Principalmente en la planta de concreto se realizan los siguientes ensayos:

- Resistencia a la compresión
- Contenido de aire
- Asentamiento o revenimiento
- Control de temperatura

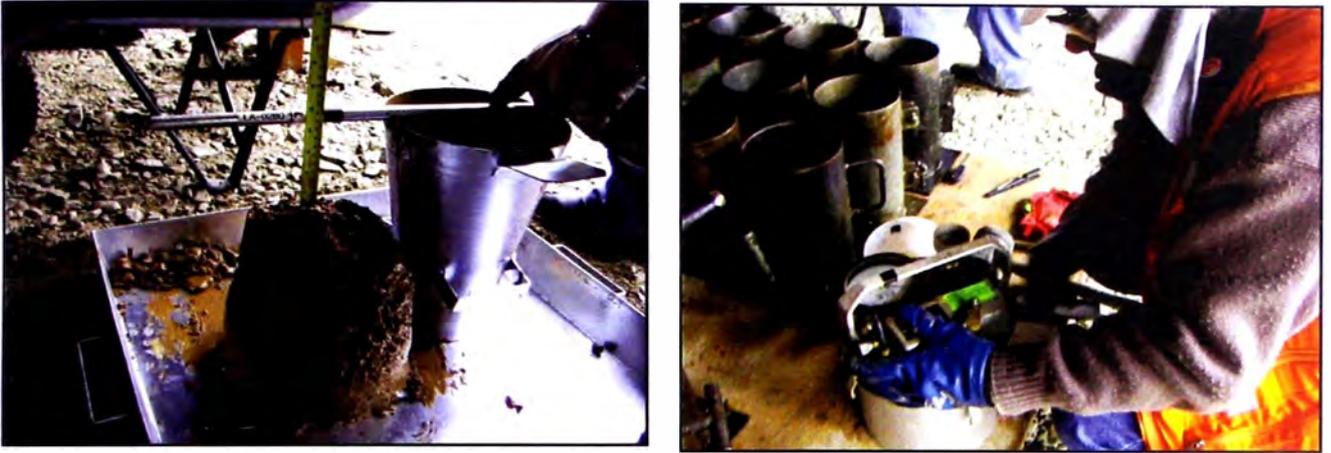


Figura N° 1.5.- Principales ensayos al concreto en estado fresco (Fuente: Archivo propio)

En nuestro proyecto de aplicación, se debían respetar las siguientes normas para los insumos, según lo indicado por el cliente:

Tabla N° 1.1.- Normas aplicables a los insumos del concreto del proyecto en estudio

INSUMO	NORMAS
Cemento	NTP 334.001, NTP 334.044, ASTM C-150, ASTM C 595
Aditivos	NTP 339.086
Aditivo incorporador de aire	ATM C 260
Aditivo superplastificante	ASTM C 494
Agregado fino	NTP 400.037, ASTM C 33
Agregado grueso	NTP 400.037, ASTM C 33
Agua	ASTM C 94

1.1.6. Transporte y colocación del concreto

El transporte es la actividad mediante la cual se traslada el concreto desde el punto de carguío hasta el punto de vaciado. Es importante hacer un análisis de los siguientes parámetros para el transporte del concreto premezclado:

- Distancia a punto de vaciado.
- Volumen de concreto cargado.
- Habilitación de accesos al punto de vaciado.

La colocación, por otro lado, es la actividad que consiste en verter el concreto en la estructura, que principalmente puede ser por medio de bombas estacionarias,

telescópicas o con chutes. En Antamina se trabajaron principalmente dos alternativas que dependían de la importancia de la estructura y su ubicación:

1. Directamente de los chutes, y
2. Por medio de la bomba telescópica.

Excepcionalmente utilizamos una bomba estacionaria para vaciados masivos.

Asimismo se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- a. Lugar de posicionamiento adecuado del mixer.
- b. Interferencia de otras actividades en el lugar de vaciado
- c. Tiempos de espera en obra, se deben evitar las colas de mixer en el punto de vaciado.

1.1.7. Tipos de concreto usados en la obra en estudio

Las diferentes clases de concreto utilizados en obra son los siguientes:

Tabla N° 1.2.- Tipos de concreto en el proyecto

Clase de Concreto (MPa)	Resistencia a la Compresión Límite a los 28 días (MPa)	Tamaño Max. Agregados (Pulgadas)
$f'c=35$	35	1 ½"
$f'c=30$	30	1 ½"
$f'c=20$	20	¾"
$f'c=10$	10	1"

Fuente: Especificaciones Técnicas del proyecto

La máxima relación agua/cemento será de 0.44. Esta regla no se aplica para el diseño de 10 MPa.

Los volúmenes de concreto estimados en el contrato están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N° 1.3.- Volúmenes estimados de concreto por diseño

Tipo de concreto	Volumen (m3)
35 MPa, Tipo I, T.M. 38 mm, slump 100 mm	2,400.0
30 MPa, Tipo I, T.M. 38 mm, slump 100 mm	24,200.0
10 MPa, Tipo I, T.M. 25 mm, slump 100 mm	400.0

Fuente: Especificaciones Técnicas del proyecto

Cabe precisar que durante el proceso constructivo surgió la necesidad de diseñar el concreto de 10 MPa con característica bombeable, en razón que existían solados y/o rellenos (elementos no estructurales) que no eran de fácil acceso y era necesario el uso de la bomba telescópica. Asimismo, durante la construcción el diseño de 20 MPa no fue considerado para la estructura siendo reemplazado por el diseño de 30 MPa debido a que el volumen era trivial. Finalmente el uso del concreto fue como se muestra en el gráfico siguiente:

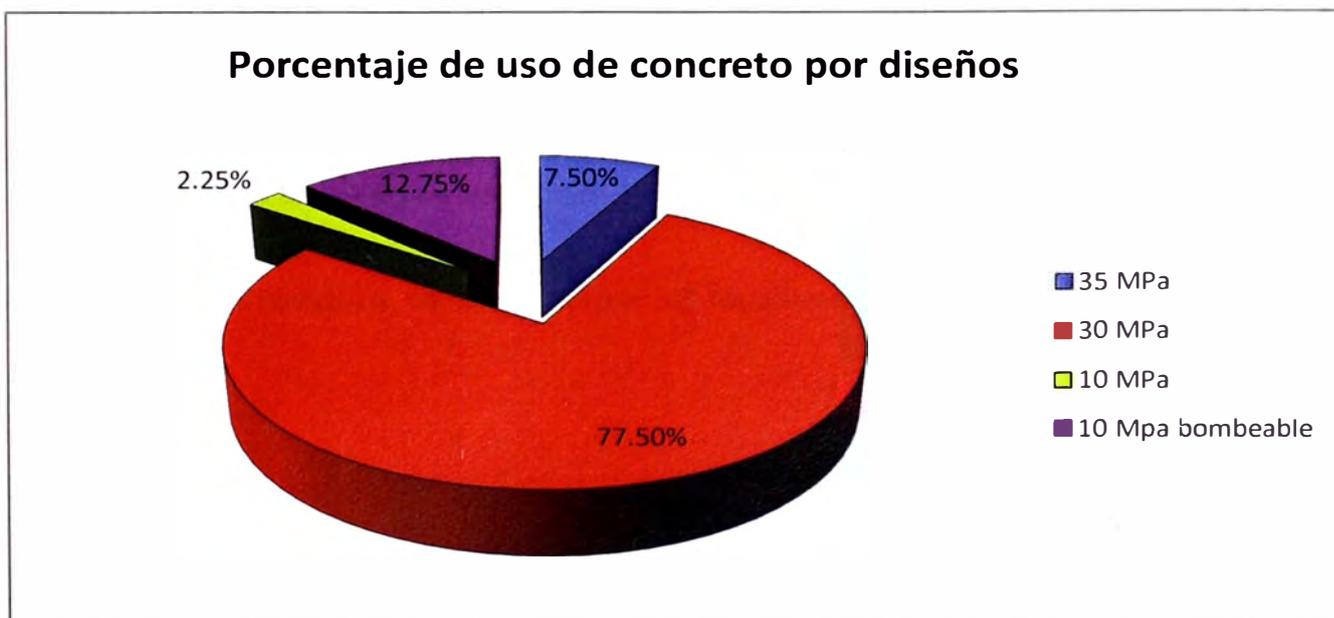


Figura N° 1.6.- Porcentaje de uso de concreto por diseños (Fuente: Oficina técnica de planta)

1.1.8. Proceso de producción de concreto en planta dosificadora.

En relación a lo mencionado en los acápites anteriores, el proceso de producción de concreto premezclado, en líneas generales es el siguiente:

1. Calentamiento de unidades. Es necesario por las condiciones climáticas.
2. Carga de tolva de agregados.
3. Dosificación de los agregados, del cemento, del agua y del plastificante en la planta.
4. Ingreso de mixer a zona de carguío
5. Inicio de carguío al mixer respetando el orden de ingreso de cada insumo.
6. Fin de carguío.
7. Desplazamiento del mixer a zona de control de calidad.
8. Control de calidad del concreto, muestreo para concreto fresco y endurecido
9. Si el concreto cumple con las normas de calidad sale a obra. Si no lo está, se redosifica en el punto de control de calidad o en todo caso regresa al punto de carguío, bajo planta.
10. Transporte a obra.
11. Si el vaciado es con bomba, se espera la confirmación del operador de la bomba para salida del siguiente mixer. Caso contrario, se espera la confirmación del cliente para salida del siguiente mixer.
12. Colocación de concreto en estructura.
13. Retorno de mixer a planta.
14. Si el vaciado concluye, se deben limpiar los tambores giratorios de los mixer.

1.2 PRODUCTIVIDAD

1.2.1. Conceptos generales acerca de productividad

Para el desarrollo de nuestra planta de concreto debemos tener presente los siguientes conceptos:

Proceso

Es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y sistemática, y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.



Figura N° 1.7.- Esquema general del Proceso

Rendimiento

La idea de rendimiento refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.

Productividad

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Procedimiento

Un procedimiento es un conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias.

Estudio de trabajo

Es la aplicación de ciertas técnicas, en particular el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos, los cuales llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras (Organización Internacional del Trabajo, 1980).

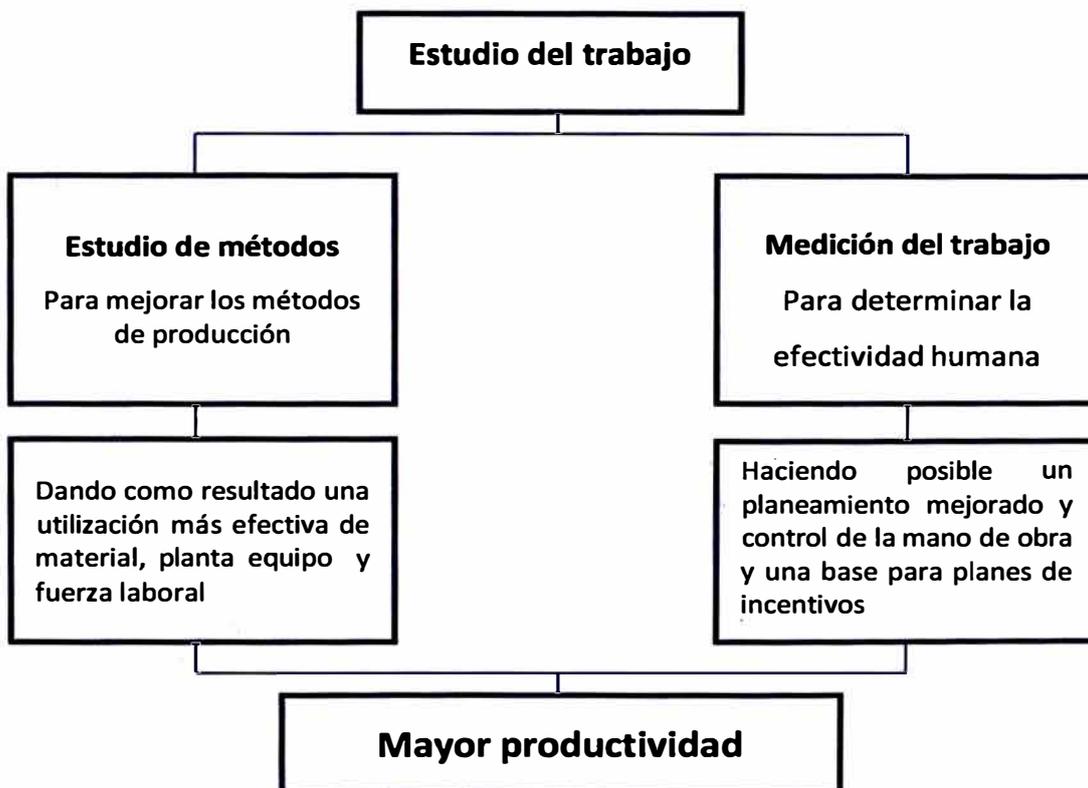


Figura N° 1.8.- Importancia del Estudio del trabajo para el aumento de la Productividad

Estudio de tiempos

Según Hodson (2001), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejora.

La herramienta del estudio de tiempos, consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y categoriza en tres grupos principales el trabajo realizado por los obreros. Dichas categorías son las siguientes:

Tiempo productivo TP. Es el tiempo empleado por el trabajador en la producción de alguna unidad de construcción.

Tiempo Contributorio TC. Es el tiempo que le toma al trabajador realizar aquellas actividades necesarias para que se ejecuten las actividades productivas.

Tiempo no Contributorio TNC. Es el tiempo que toma realizar cualquier otra actividad que no es ninguna de las anteriores y por lo tanto se consideran pérdidas.

Desperdicio

Se llama desperdicio a cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo o capital en cantidades que son consideradas como innecesarias en la producción de una construcción. Incluye tanto la incidencia de material perdido y la ejecución de trabajo innecesario, lo que origina costos adicionales y no agrega valor al producto. El originar costos y no generar valor, es la base del concepto de desperdicio.

Eficiencia

Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

Eficacia

Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, sin que priven para ello los recursos o los medios empleados.

Efectividad

Cuantificación del logro de la meta.

Índice

Es la comparación entre una medida relación con una medida base. Es adimensional.

Indicador

Son valores medidos y que varían en el tiempo. Ejemplo: Productividad, temperatura, costos, etc.

Just in time (Justo a tiempo)

El primer investigador en establecer una clara relación entre el JIT de la industria manufacturera y el JIT en la industria de la construcción fue el finlandés Lauri Koskela. Koskela se refiere a la nueva filosofía de producción como un conjunto en evolución de las metodologías, técnicas y herramientas, el origen de las cuales se encuentra en el JIT japonés y los esfuerzos del Total Quality Control (TQC) de la industria del automóvil (Koskela, 1992).

Koskela sostiene que si conseguimos implantar el JIT en un lugar de trabajo, bien sea en una fábrica o en bien una obra de construcción, conseguiremos también eliminar buena parte de los despilfarros y tareas que no aportan valor añadido; con lo cual tenemos más posibilidades de alcanzar los tres objetivos principales del sistema de producción Toyota y de la producción ajustada, mejorar la calidad, a un coste más bajo, con unos plazos de entrega más cortos.

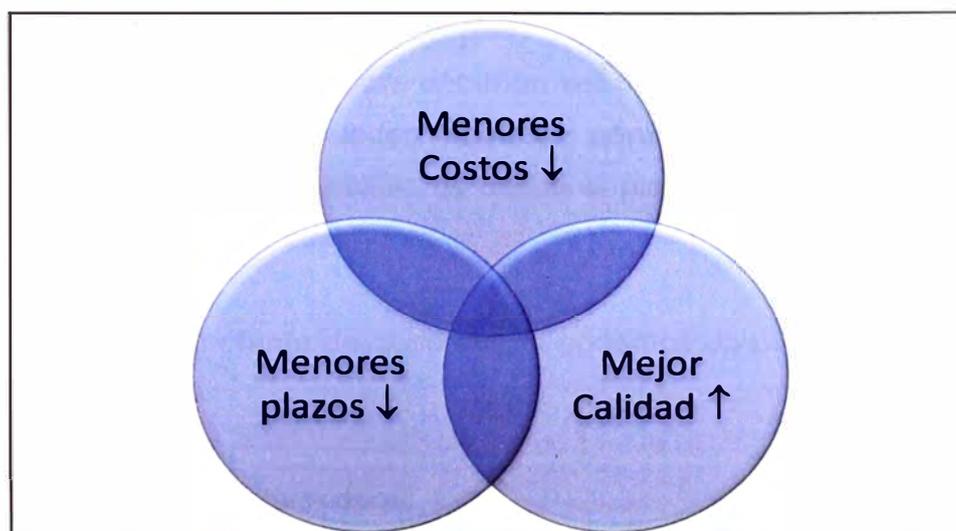


Figura N° 1.9.- Ventajas de la administración de desperdicios con el Just in Time (Fuente: Elaboración propia)

1.2.2. Productividad en la producción de concreto premezclado en el Perú.

La industria del concreto premezclado en el Perú se encuentra en un proceso de desarrollo sostenible, paralelo al ritmo de crecimiento de demanda de concreto en los últimos años, participando de grandes proyectos, cumpliendo con las necesidades del cliente, pero sin aún demostrar solvencia para poder cubrir proyectos de mayor envergadura. La tecnología no es la mejor de Sudamérica, pero tampoco es la peor, la valla está aún muy alta. En el Perú de cierta forma se ha monopolizado este negocio, lo cual no es favorable para su desarrollo porque limita la competitividad a solo un par de empresas. Debemos tener presente que existe un vínculo estrecho entre la competitividad y la productividad, ya que el primero constituye un motivo importante para que las empresas concreteras dediquen mayores esfuerzos en mejorar su productividad. En base a esto, de acuerdo a nuestra experiencia hemos planteado algunas variables en la producción del concreto que pueden ser reforzadas:

1. Incoherencia entre los programas de planeamiento y control con la realidad productiva de la Planta.
2. No se establecen adecuados criterios de medición y seguimiento.
3. No se mide el desempeño de los procesos con base a sus actividades.
4. No existen indicadores claros para cada tarea.

Todas estas oportunidades de mejora deberían ser tratadas con mayor atención ya que si no se resuelven pueden acarrear pérdidas económicas en los proyectos. El mejoramiento productivo es desde el planeamiento y no desde la ejecución como se practica actualmente.

La productividad en una planta de concreto, la podemos dividir a los siguientes factores:

- Productividad en sus procesos;
- Productividad de sus recursos materiales;
- Productividad de sus equipos;
- Productividad de su mano de obra, e inclusive
- Productividad de su información.

Los recursos deben estar definidos dentro de los planes de mejoramiento, para lograr hacer un uso eficiente y eficaz, bajo políticas claras de calidad y seguridad. La productividad puede entenderse como un indicador de efectividad en un sistema o proceso, donde relaciona la eficacia y la eficiencia dentro de un efecto sinérgico.

Debe entenderse que la productividad no solo genera una mayor rentabilidad, sino que además mejora los niveles de producción en todos sus procesos, se mejora la calidad del producto y de los procesos, al mismo tiempo que se minimizan los costos.

En las tablas siguientes mostramos los indicadores de productividad del estado inicial de la planta:

Tabla N° 1.4.- Productividad de la Planta de Concreto

NOMBRES		CARGO	HORAS NORMALES	H. EXTRAS AL 50%	H. EXTRAS AL 100%	H. EXTRAS AL 50%	HORAS TOTALES	
1	Jose Solano Ariza	OP	8.00	3.25	0.00	3.25	11.25	
2	Gustavo Chavez Quiroz	OCF	8.00	3.25	0.00	3.25	11.25	
3	Jhonny Ore Bautizta	SP	8.00	3.25	0.00	3.25	11.25	
TOTALES			24.00	9.75	0.00	9.75	33.75	TOTAL
TOTAL HORAS PRODUCCION				33.75		33.75		
RENDIMIENTO (HH/M3)				0.09		0.09		0.09
PRODUCTIVIDAD (M3/HH)				11.17		11.17		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.5.- Productividad de Mixer en la Planta de Concreto

SEMANA 01					LUNES 21-feb-2011									
NOMBRES	mixer	marca	INICIO DE TURNO	FIN DE TURNO	HORAS NORMALES	H. EXTRAS AL 50%	H. EXTRAS AL 100%	H. ENTRADA	H. SALIDA	N° DE VUELTAS	HORAS MIXER	M ³ TRANSPORTE	HH/M ³	HM/M ³
1	Enrique Naupari Gutierrez	509	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00	9	10	58.5	0.19	0.17
2	Nicasio Quevedo Jauregui	512	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00	9	11	58.5	0.19	0.19
3	Pascual Flores Munares	514	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00	9	9	58.5	0.19	0.15
4	Percy Vivas	518	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00	8	10	52	0.22	0.19
TOTALES										35	40	227.5		
TOTAL HORAS MAQUINA										45.00				
PRODUCCION										227.5				
RENDIMIENTO (HORAS/M3)										0.18 HM/m3				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.6.- Productividad de Bomba telescópica en la Planta de Concreto

SEMANA 01					LUNES 21-feb-2011									
NOMBRES	bomba	marca/modelo	INICIO DE TURNO	FIN DE TURNO	HORAS NORMALES	H. EXTRAS AL 50%	H. EXTRAS AL 100%	H. ENTRADA	H. SALIDA	N° DE LANZADOS	HORAS BOMBA	M ³ LANZADO	HH/M ³	HM/M ³
1	Guido Berrocal Cupe	81	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00		10	227.5	0.05	0.04
2	Rafael Raico Perez	81	03:00	15:00	08:00	3:15		3:00	15:00		10	228	0.05	0.04
TOTALES										0	10	228		
TOTAL HORAS HOMBRE										22.50				
PRODUCCION										228.0				
RENDIMIENTO (HORA S/ M3)										0.04 HM/m3				

Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Industrialización del concreto premezclado en el Perú.

En nuestro país, el proceso de industrialización en la industria del concreto premezclado, aún no ha mostrado resultados convincentes de su aplicación. Lo que se percibe es la falta de cultura de industrialización en este negocio, existe falencia de lineamientos, procedimientos o un norte claro para lograr el objetivo de la industrialización. Esto constituye una oportunidad para emprender esfuerzos mediante las técnicas, herramientas o metodologías que el proceso de producción de concreto puede adaptar sin inconvenientes.

El proceso de fabricación de concreto es un proceso sin mucha complejidad, con variables conocidas, medibles y manejables. Todas estas ventajas presentan a este negocio como industrializable.

CAPITULO II: HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

En este Capítulo se presentan una serie de herramientas y métodos específicos diseñados para aumentar la productividad de los procesos productivos del concreto premezclado.

Así como existen herramientas y procedimientos en el diseño estructural para determinar las menores dimensiones posibles capaces de tomar las cargas de diseño, así también hay enfoques y herramientas concretas que permiten optimizar y encontrar los mejores sistemas para lograr el impacto positivo en la construcción.

El uso de métodos de medición de la productividad permite a las organizaciones tener un mayor conocimiento de los procesos de producción, de tal modo que los métodos permiten representar de forma numérica los diferentes elementos que participan en el proceso y su interrelación, mostrando como resultado la variación en los niveles de productividad.

Así los métodos de medición son modelos que siguen ciertos principios para su aplicación, lo anterior con base en las características que sobresalen en la formulación del mismo: asimismo la información con que se cuente permite la elección del método a aplicar, ya que existe una gran variedad de ellos.

La productividad en la planta de concreto en estudio, revierte en la interacción de los procesos que se realizan, en los recursos humanos, de equipos e insumos.

2.1 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

2.1.1. Herramientas estadísticas

Ishikawa reunió 7 herramientas básicas para el logro de procesos eficientes, como se detalla a continuación:

- a. Diagrama causa y efecto
- b. Diagramas de control
- c. Diagramas de flujo
- d. Histograma
- e. Diagrama de Pareto
- f. Diagrama de comportamiento
- g. Diagrama de dispersión

Seguidamente detallaremos cada uno de ellos:

a. Diagrama causa y efecto

Los diagramas de causa y efecto, también conocidos como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado, ilustran la manera en que diversos factores pueden estar vinculados con un problema o efecto potencial. Una causa posible puede descubrirse preguntando continuamente “¿por qué?” o “¿cómo?” a lo largo de una de las líneas. Los diagramas “por qué-por qué” y “cómo-cómo” pueden utilizarse en el análisis causal.

b. Diagramas de control

En este proceso se recaban y analizan los datos pertinentes para indicar el estado de la calidad de los procesos y productos del proyecto. Los diagramas de control ilustran la manera en que se comporta un proceso a lo largo del tiempo y cuándo un proceso está sujeto a variación por una causa especial, lo que crea una condición fuera de control. Estos diagramas responden gráficamente a la pregunta: “¿La variación del proceso se encuentra dentro de los límites aceptables?” El patrón de puntos de datos en un diagrama de control puede revelar valores fluctuantes aleatorios, saltos repentinos en el proceso o una tendencia gradual al incremento de la variación. Por medio del monitoreo de las salidas de un proceso a lo largo del tiempo, un diagrama de control puede ayudar a evaluar si la aplicación de cambios a dicho proceso logró las mejoras deseadas.

Cuando un proceso se encuentra dentro de los límites aceptables, significa que está controlado y no requiere ajustes. Por el contrario, cuando un proceso se encuentra fuera de los límites aceptables, entonces debe ajustarse. Una

sucesión de siete puntos consecutivos fuera de los límites de control superior o inferior indica que el proceso está fuera de control. Normalmente, los límites de control superior e inferior se fijan en $\pm 3\sigma$, siendo 1σ una desviación estándar.

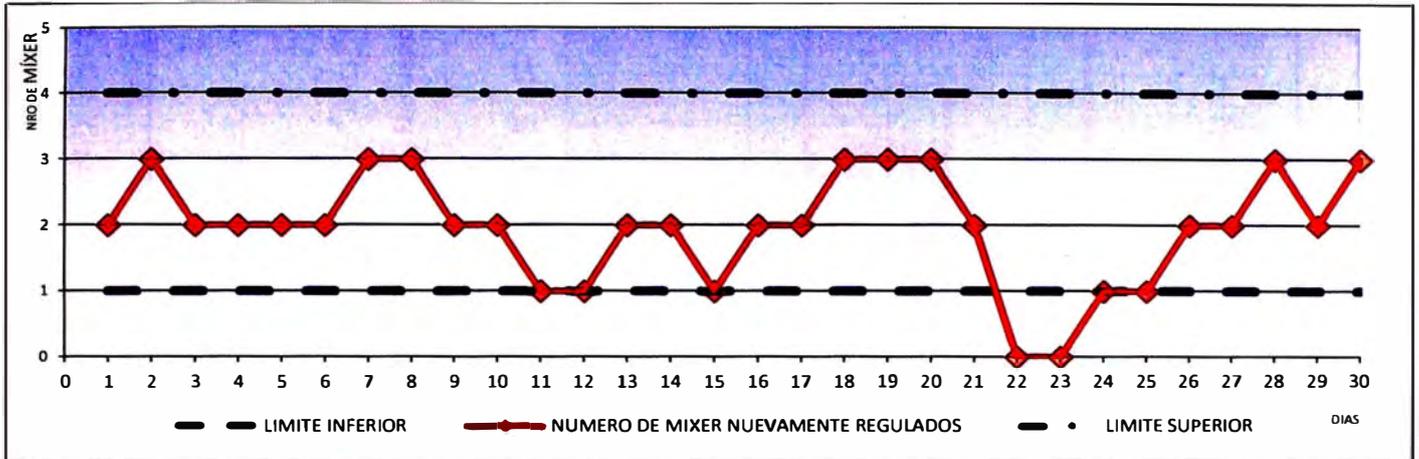


Figura N° 2.1.- Diagrama de control para el número de mixers regulados por día (Fuente: Elaboración propia)

c. Diagramas de flujo.

Los diagramas de flujo se utilizan durante el proceso de realizar el Control de Calidad para determinar una o varias etapas deficientes del proceso e identificar oportunidades de mejora del proceso.

d. Histograma

Un histograma es un diagrama de barras verticales que ilustra la frecuencia de ocurrencia de un estado particular de variación. Cada columna representa un atributo o característica de un problema o una situación. La altura de cada columna representa la frecuencia relativa de la característica. Esta herramienta ayuda a ilustrar la causa más común de los problemas en un proceso por medio del número y las alturas relativas de las barras. El Gráfico 2.2 presenta un ejemplo de un histograma que muestra las causas de atraso en las entradas realizadas por las bombonas de cemento a la mina.

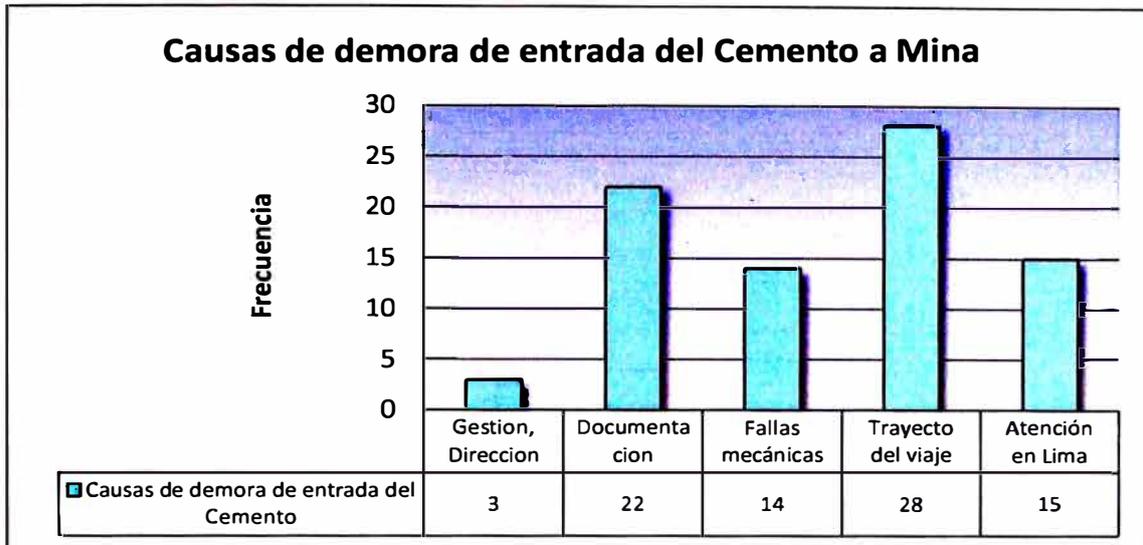


Figura N° 2.2.- Histograma de causas de demora del ingreso de cemento a la Mina (Fuente: Elaboración propia)

e. El principio de Pareto.

Un diagrama de Pareto es un tipo específico de histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia. Muestra cuántos defectos se generaron por tipo o categoría de causa identificada (Gráfico 2.3). El ordenamiento por categoría se emplea para guiar la acción correctiva. El equipo del proyecto debería atender en primer lugar las causas que provocan el mayor número de defectos.

Los diagramas de Pareto están relacionados conceptualmente con la ley de Pareto, que establece que un número relativamente pequeño de causas provocará generalmente la mayoría de los problemas o defectos. Esto se denomina comúnmente principio 80/20, donde el 80 por ciento de los problemas se debe al 20 por ciento de las causas. Los diagramas de Pareto también se pueden usar para resumir diversos tipos de datos y analizarlos según el principio 80/20.

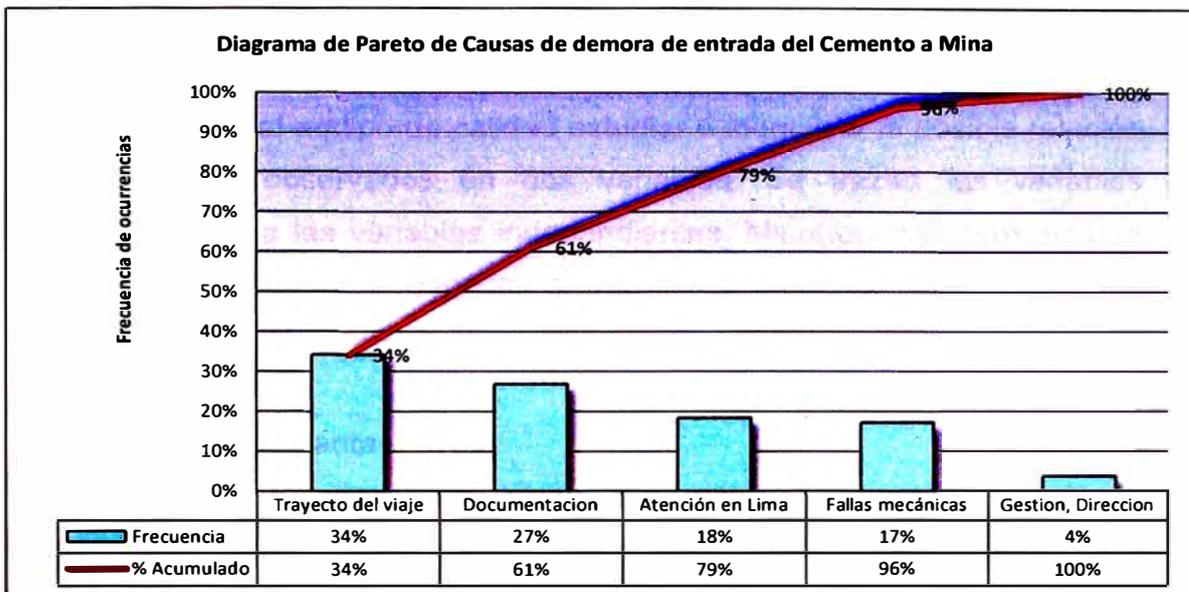


Figura N° 2.3.- Diagrama de Pareto de las causas de demora del ingreso de cemento a la Mina (Fuente: Elaboración propia)

f. Diagrama de comportamiento.

De manera similar a un diagrama de control pero sin mostrar los límites, un diagrama de comportamiento muestra el historial y el patrón de variaciones. Un diagrama de comportamiento es una gráfica lineal que muestra los puntos de datos trazados en el orden en que suceden. Los diagramas de comportamiento muestran las tendencias, variaciones, deterioros o mejoras de un proceso a lo largo del tiempo. El análisis de tendencias se realiza mediante diagramas de comportamiento e implica utilizar técnicas matemáticas para proyectar resultados futuros basándose en resultados.

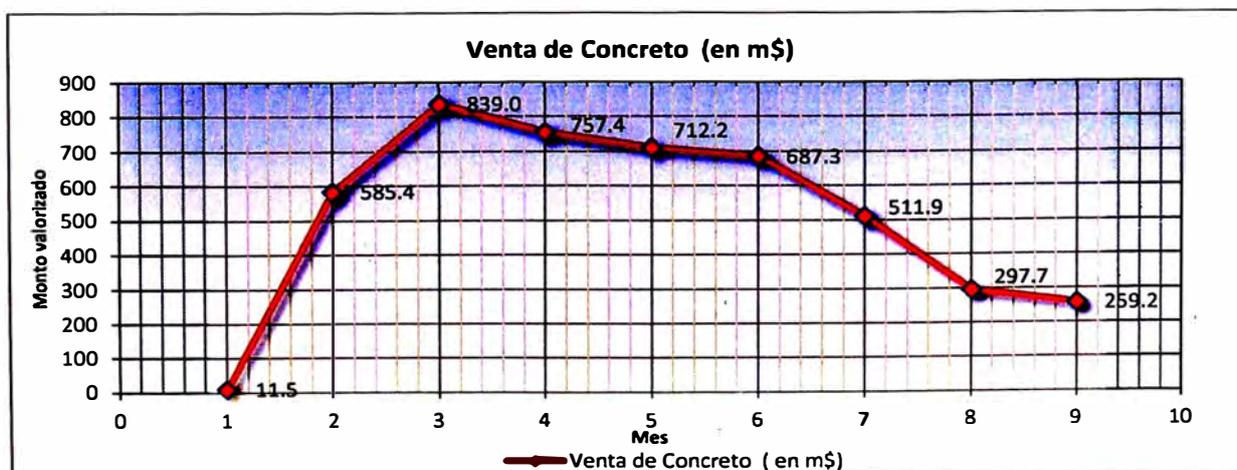


Figura N° 2.4.- Diagrama de comportamiento de la venta del concreto mensual (Fuente: Elaboración propia)

g. Diagrama de dispersión.

Un diagrama de dispersión muestra la relación entre dos variables. Esta herramienta permite al equipo de calidad estudiar e identificar la posible relación entre los cambios observados en dos variables. Se trazan las variables dependientes frente a las variables independientes. Mientras más próximos se encuentren los puntos con respecto a una línea diagonal, mayor será su relación.

2.1.2. Distribución en planta: Layout

La distribución en planta consistirá en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación según las distintas actividades del proceso.

Se recomienda que el criterio de distribución debe cumplir ciertos requisitos:

1. Principio de integración de conjunto.
2. Principio de la mínima distancia recorrida.
3. Principio de circulación.
4. Principio del espacio cúbico.
5. Principio de satisfacción y seguridad de los trabajadores.
6. Principio de flexibilidad.

En la figura siguiente se muestra el área asignada dentro de la mina para la ubicación de la Planta de Concreto:

Área aprox del patio Amarillo 9500 m²

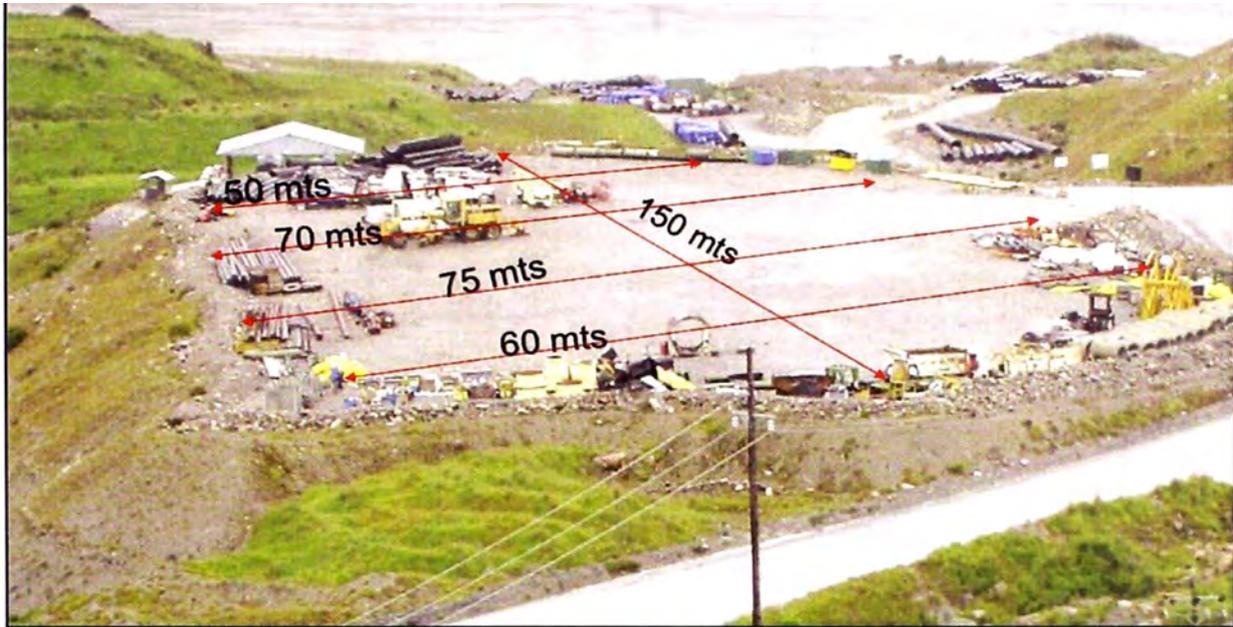


Figura N° 2.5.- Vista panorámica del área destinada para la ubicación de la planta de concreto (Fuente: Archivo propio)

Inicialmente para nuestro proyecto en estudio se planteó una distribución de planta como se muestra en la figura N° 2.6, este layout inicial hubiera sido el definitivo si consideráramos dos observaciones:

- Durante el proceso de fabricación del concreto premezclado, también se realizan procesos secundarios. Uno de estos procesos es la descarga de cemento a los silos de 150 toneladas de capacidad, esto requiere de un espacio para el desplazamiento de las bombonas de cemento así como un área para realizar la maniobra de descarga del cemento, de tal manera que no interfiera al proceso principal.
- La segunda observación corresponde al desplazamiento de las tolvas de agregados que ingresan a la Planta de Concreto, debemos considerar que solo existía un acceso para el ingreso y salida de los vehículos como se observa en la figura 2.6, esto se convertía en un cuello de botella que afectaba el normal desplazamiento de los mixer y se complicaría con la presencia de las tolvas de agregados.

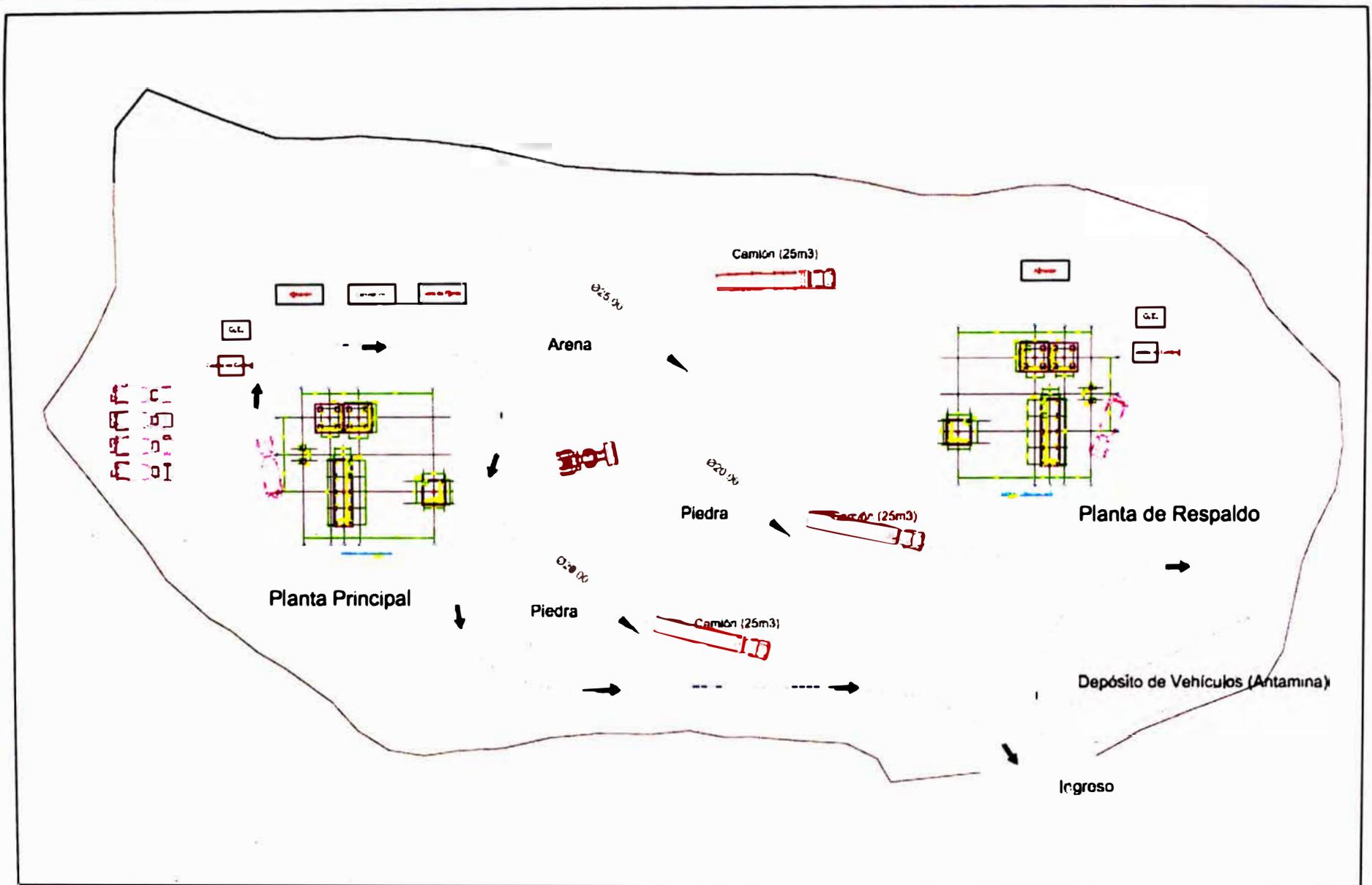


Figura N° 2.6.- Layout inicial de la Planta de concreto (Fuente: Oficina técnica de planta)

2.2 MÉTODOS PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA DE CONCRETO EN MINA

2.2.1. Theory of constrains (Teoría de Restricciones)

La teoría de restricciones (TDR) brinda una perspectiva diferente para interpretar conceptualmente una operación y, por lo tanto, puede ofrecernos diferentes enfoques para la planificación y control de esa operación. La TDR nos obliga a ver la organización como un sistema vinculado, lo que permite la identificación de la restricción total del sistema. Una vez identificada, existen varias herramientas sistemáticas para incrementar la capacidad y producción de la restricción y, en consecuencia, aumentar la productividad de la organización como un todo. Esto puede (y debe) realizarse mientras se continua minimizando la cantidad de inventario en exceso y la capacidad del sistema.

En el cuadro siguiente mostramos algunos de los lineamientos fundamentales para entender los principios de la TDR y la forma de administrar un proceso de restricción:

Cuadro N° 2.1.- Lineamientos fundamentales de la Teoría de Restricciones

LINEAMIENTO	DESCRIPCION
1	El desempeño óptimo de un sistema NO equivale a la suma de los óptimos locales.
2	Los sistemas son como cadenas.
3	Para determinar que se debe cambiar es necesario comprender a cabalidad el sistema y su objetivo.
4	Los efectos indeseables en el sistema son resultado de tan solo algunos problemas centrales.
5	Los problemas centrales casi nunca son obvios.
6	La eliminación de los efectos indeseables proporciona un falso sentimiento de seguridad.

7	Las restricciones del sistema pueden ser restricciones físicas o restricciones de políticas.
8	Las ideas no son soluciones.
9	La atención debe centrarse en el balance del flujo en toda la planta.
10	La utilización de una operación que evita los cuellos de botella está determinada por las restricciones del sistema.
11	No es lo mismo utilizar una operación que activarla.
12	Una hora perdida en una operación restrictiva es una hora perdida para el rendimiento del proceso completo.
13	Una hora perdida en una operación no restrictiva es una ilusión, toda vez que impacta el rendimiento total.
14	No es preciso que los lotes de transferencia tengan el mismo tamaño que los lotes de proceso (por lo general no deben tenerlo).
15	Los programas deben determinarse utilizando todas las restricciones operacionales.

Es importante identificar la restricción, para lograr esto se debe analizar el proceso completo. Luego, resolvemos la restricción a su nivel, esto puede determinar la mejora de la productividad final.

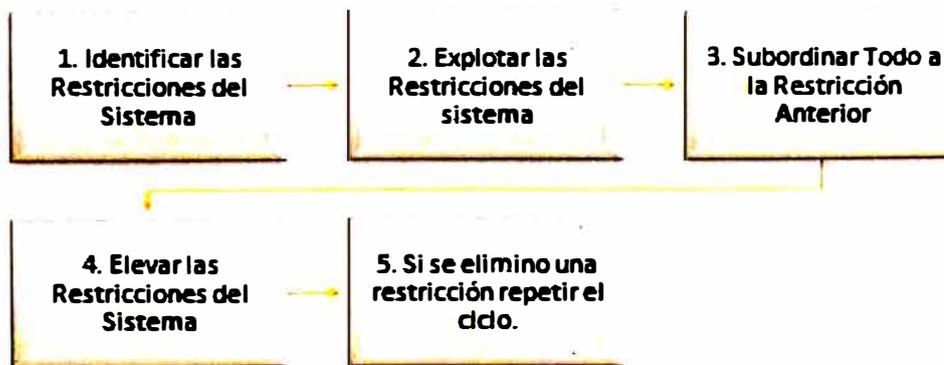


Figura N° 2.7.- Ciclo de análisis de restricciones (Fuente: Elaboración propia)

En el proceso de producción de concreto premezclado en la mina podemos identificar muchos “cuellos de botella”, algunos de ellos son:

En el proceso de control de calidad. Se produce demoras debido a que el concreto debe salir de la planta cumpliendo las características solicitadas de calidad. Calidad debe coordinar con el operador de Planta.

En el proceso de colocación. Si no se coordina adecuadamente con el solicitante de concreto, pueden originarse largas colas de mixer en espera, en el punto de vaciado, dejando sin mixer en la planta para el carguío.

En el proceso de transporte de agregados a mina. El transportista debe tomar todas las previsiones necesarias para cumplir con los agregados a la planta de concreto. Las consideraciones a tener presente son:

- a. Respetar los límites de velocidad dados por la mina.
- b. Tener toda la información lista solicitada en la garita de ingreso a la mina para no dilatar en tiempo.
- c. Es requisito de la mina contar con un vigía para la descarga del agregado en cancha.

La idea en la Planta de concreto es tener una velocidad de flujo constante, para esto identificamos y atendemos las restricciones.

Esto deviene en una redistribución de los recursos. Mejoramos el uso de los recursos de cada proceso de manera coordinada, debemos encontrar la sinergia al mismo tiempo que mejoramos la productividad del proceso.

En la figura N° 2.8 mostramos el mapa de procesos de la planta de concreto premezclado bajo las condiciones de Antamina.

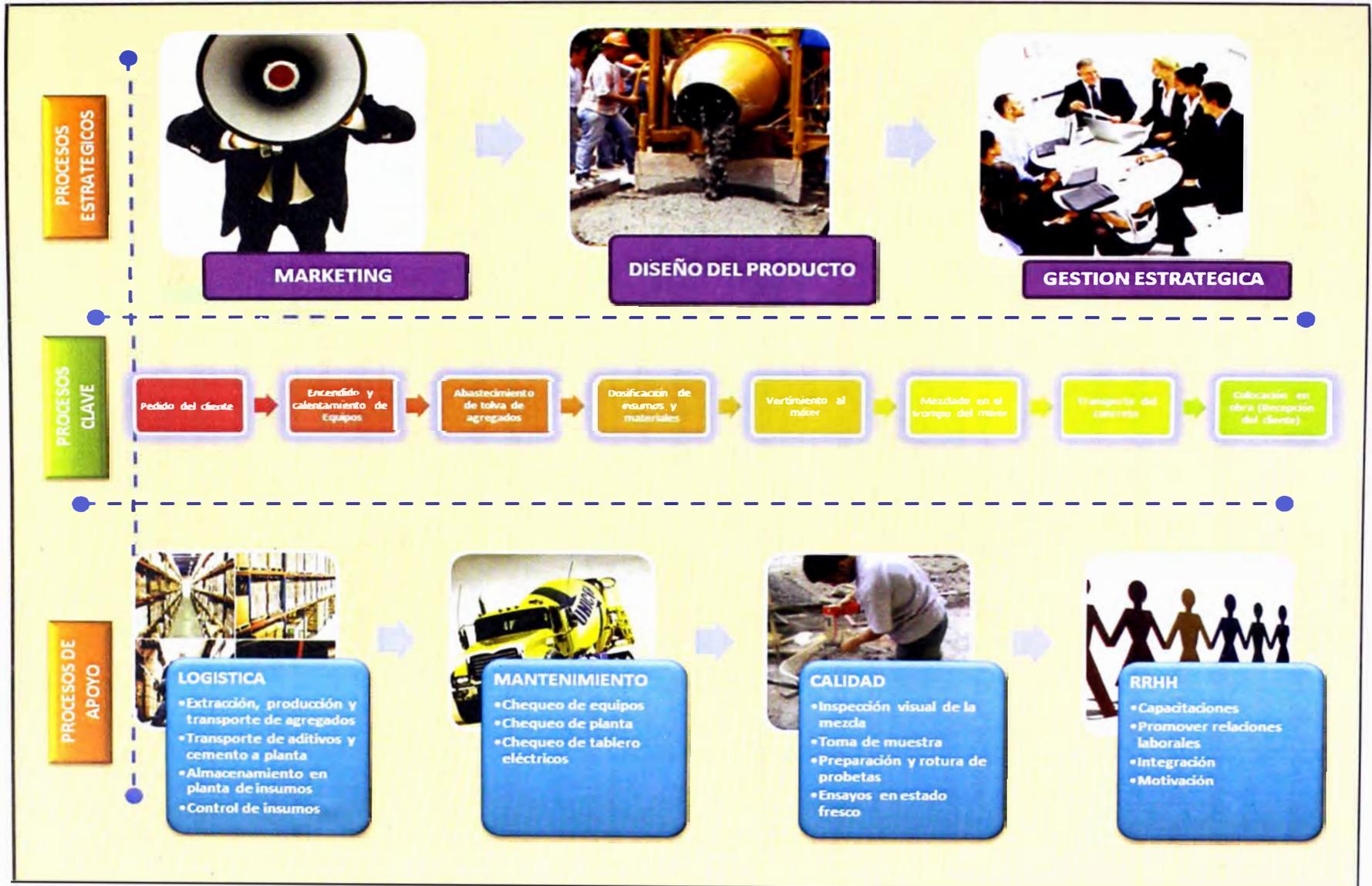


Figura N° 2.8.- Mapa de procesos de Planta de concreto (Fuente: Elaboración propia)

2.2.2. Just in Time (Justo a Tiempo) en la fabricación de Concreto premezclado.

El método Just in Time (JIT) constituye un esfuerzo sistemático e integral para alterar los procesos de producción básicos, e incluso la “cultura” de las áreas de producción. De manera específica, cada una de las actividades se preocupa en mejorar los siguientes factores:

Cuadro N° 2.2.- Factores de estudio del Just in Time

Factor	DESCRIPCION
Condiciones de mercadeo	La mejora más grande en este rubro fue la reducción de tiempos de espera mediante la implementación de configuraciones más simples.
Problemas de calidad	Una meta del JIT es minimizar los problemas de calidad mediante la mejora del proceso
Cambios de diseño	La estabilidad del diseño se sostiene en la calidad en la elaboración del mismo
Errores	El diseño del proceso debe desarrollarse en lo posible a prueba de errores
Bases de datos inadecuadas	El hecho de que los sistemas permitieran producir a partir de menor cantidad de recursos no solo contribuyó a corregir los problemas de precisión de la información, sino también a reducir las actividades de seguimiento necesarias.
Problemas con el equipo	Obligatoriamente se lleva un programa integral de mantenimiento preventivo
Problemas laborales	Capacitación, participación de los empleados y flexibilidad de la fuerza de trabajo
Problemas con proveedores	La estrecha relación proveedor – cliente ayuda a entender con mayor claridad las necesidades de este y ajustar los recursos del proveedor.

El cambio por el JIT tiene por objetivo:

- a. Reducir o eliminar perturbaciones
- b. Flexibilizar el sistema
- c. Reducir los tiempos de configuración y de entrega
- d. Minimizar las necesidades de inventario

El concepto de la mejora por el método JIT es:

Reducción directa de los desperdicios, mediante la reducción de las incertidumbres involucradas en el proceso. Si no se pueden eliminar se debe implementar nuevos métodos para manejar las incertidumbres. Uno de ellos es la reducción del inventario.

Ejemplo del Just in Time (JIT) en la Planta de Concreto: Número de Mixer necesarios en Planta

Mediante el JIT determinaremos si es necesario tener en Planta 8 unidades de mixer, para satisfacer el despacho solicitado.

Condiciones:

Número de mixer en Planta = 8 unidades

Volumen de carguío del mixer = 6.5 m³

El cliente debe enviar su programación semanal de vaciados:

Tabla N° 2.1.- Programación semanal de concreto

Día	Volumen (m ³)
Lunes	200
Martes	220
Miércoles	450
Jueves	660
Viernes	150
Sábado	70
Domingo	80

Fuente: Elaboración propia

Escenario: Analizamos para el vaciado crítico de 660 m³. En la siguiente tabla:

Tabla N° 2.2.- Cálculo de mixers necesarios para el despacho

Numero de mixer (1)	Volumen cargado (m3) (2)	Rendimiento de Planta (m3/HM) (3)=(1)*(2)	Volumen a vaciar (m3) (4)	Tiempo (hrs.) (5)=(4)/(3)	Límite superior (24 hrs.) (6)
Con 8 mixer	6.5	52.0	660	12.7	24
Con 7 mixer	6.5	45.5	660	14.5	24
Con 6 mixer	6.5	39.0	660	16.9	24
Con 5 mixer	6.5	32.5	660	20.3	24
Con 4 mixer	6.5	26.0	660	25.4	24

Fuente: Elaboración propia

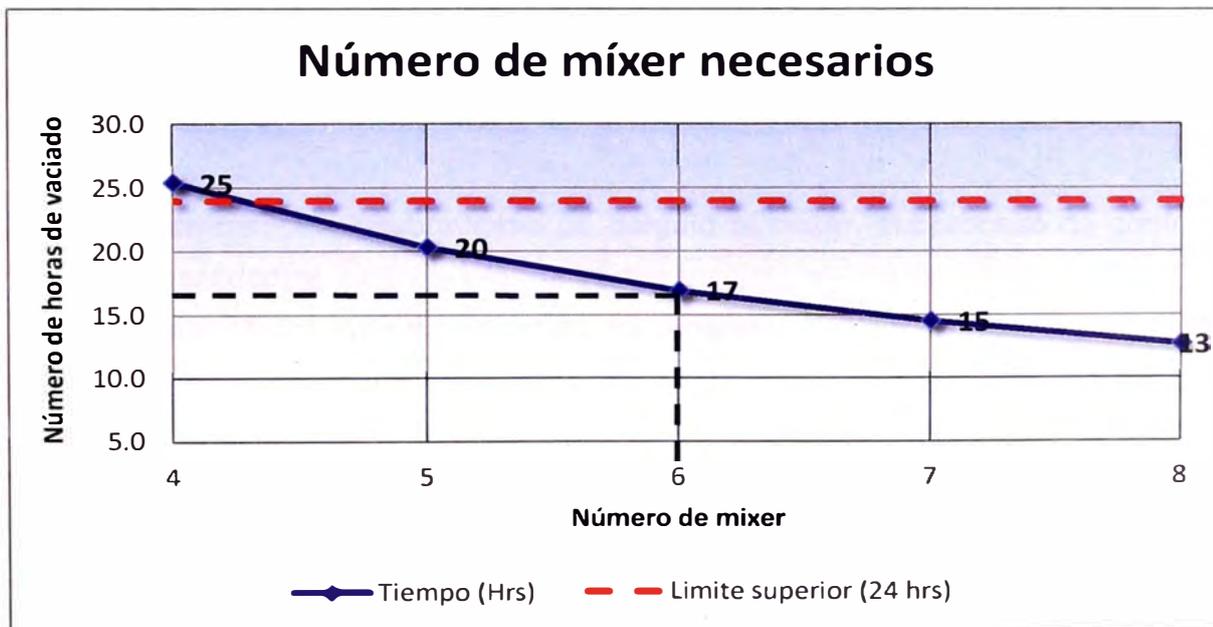


Figura N° 2.9.- Número de mixer necesarios para el despacho (Fuente: Elaboración propia)

Como apreciamos en la figura 2.9, el número adecuado de mixer para realizar los despachos de concreto son 06 unidades, por lo tanto podemos concluir que tenemos en exceso 02 mixer que podrían ser desmovilizados.

También podemos notar que económicamente lo más conveniente es extender el horario de vaciado en lugar de mantener los 08 mixer, el costo de mantener

dos mixer en planta implica gastos de mantenimiento y es un perjuicio para la empresa.

Asimismo al estar ubicado dentro de la mina, la movilización y desmovilización implica un costo, que en este caso, el cliente debe asumir.

2.2.3. Lean Production en la fabricación de concreto premezclado

Este método de producción plantea que la producción es un flujo de materiales desde la materia prima (insumos para agregados) hasta el final del producto terminado. En este flujo, el material es procesado es inspeccionado, está esperando o se está moviendo. Estas actividades son inherentemente distintas. El procesamiento representa el aspecto de conversión de la producción, la inspección, el movimiento o transporte, y las esperas representan el flujo de producción. En esencia la nueva conceptualización implica una visión dual de la producción:

1. Conversiones, (Subproceso de carguío al mixer, subproceso de control de calidad) y,
2. Flujos (Transporte y colocación del concreto).

Por tanto, la eficiencia de la producción es atribuible tanto a la eficiencia de los procesos de conversión como a la eficiencia del flujo de actividades, mediante los cuales los procesos de conversión son unidos.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO – CONDICIONES INICIALES

3.1 COMPONENTES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Dentro de la cadena de fabricación del concreto premezclado se encuentran diversos componentes que se requieren necesariamente para su elaboración, los cuales hemos agrupado de la siguiente manera:

- 3.1.1. Componentes tecnológicos
- 3.1.2. Componente recursos humanos
- 3.1.3. Componente recursos materiales

En nuestro caso de estudio, cada uno de estos componentes se ven influenciados por las siguientes condiciones:

- Condiciones medio ambientales
- Condiciones de seguridad minera

A continuación describiremos cada uno de los componentes que participan en la fabricación del concreto premezclado:

3.1.1. Componentes tecnológicos

Lo conforman todos los equipos mecánicos y eléctricos que se utilizan en la fabricación del concreto, así mismo, debido a las condiciones climáticas extremas a las que están sometidos, estos deben ser utilizados por personal especializado. El correcto funcionamiento de estos equipos depende de su uso adecuado y el cumplimiento de la programación de su mantenimiento preventivo.

Los equipos son los siguientes:

Planta de concreto CON-E-CO LO PRO Modelo 10

Esta planta es de procedencia norteamericana y la empresa UNICON adquirió este equipo en el año 2009, convirtiéndose esta planta en una de las más

modernas que existen en nuestro país. La principal ventaja de este equipo era su automatización y rápida velocidad de carguío.

Esta planta es del tipo *dosificadoras*, es decir que está compuesta de balanzas para cada uno de los insumos del concreto: agregado grueso, agregado fino, cemento, aditivos y agua, y por medio de un sistema de fajas transportadoras se descargan hacia el camión mezclador.

Su uso en vaciados masivos (vaciados continuos mayores a 300 metros cúbicos) fue determinante, demostrando que es una planta muy recomendable para este tipo de vaciados.

La producción nominal por hora de la planta es de 100 metros cúbicos, sin embargo, en los vaciados masivos, y según el concepto de la curva de aprendizaje, la producción alcanzaba los 80 metros cúbicos en una hora.

Las especificaciones técnicas dadas por el fabricante son las siguientes:

Tabla N° 3.1.- Especificaciones técnicas de planta CON-E-CO LO PRO 10

Descripción	Especificación
Capacidad de producción	Tiempo teórico del ciclo 2.5 – 3.0 minutos
Capacidad del dosificador	Agregados: 1 a 7.6 metros cúbicos Cemento: 1 a 7.6 metros cúbicos Basculas: Celdas de carga directa
Transportador del dosificador de agregados	610 mm de ancho con motor de 15 caballos de fuerza
Transportador para descarga de agregados	762 mm de ancho con motor de 10 caballos de fuerza. Opcional 914 mm, 15 caballos de fuerza.
Tomillo recirculador del dosificador de cemento	360 mm de diámetro, 15 caballos de fuerza. Opcional 460 mm, 20 caballos de fuerza.
Tomillos alimentadores de cemento	Dos, cada uno de 230 mm, motor de 15 caballos de fuerza.
Aireación del cemento	5 caballos de fuerza, alto volumen, ventilador de baja presión.

Compresor de aire de alta presión	10 caballos de fuerza, 0.45 metros cúbicos. Opcional 15, 20, 25 o 30 caballos de fuerza, 0.45 metros cúbicos.
Dispositivos eléctricos	460 voltios, n transformador de voltaje de 120 VCA para el voltaje de control. Todos los motores con certificación TEFC. Todos los circuitos eléctricos de los motores protegidos con interruptores de circuito individuales. Componentes eléctricos alojados en carcasa de acero NEMA 12. Cableado eléctrico en conductos
Sistema de control de dosificación	Corte de cemento semiautomático por puntos fijados en pantallas digitales. Botón pulsador para sobre aire eléctrico en las compuertas. Sistema de dosificación completamente automático opcional.
Medidor de agua	77 mm (3") de diámetro, hasta con 1,740 litros (500 galones) por minuto.
Sistema de transportación	Eje en tándem de 16,330 kg (36,000 lb.) de capacidad, montado atrás, con ocho (8) llantas 295/75R 22, ruedas, frenos de aire, suspensión de resortes para trabajo pesado, luces de cola y de freno, y placa de fricción con perno maestro.

Fuente: CON-E-CO

Las dimensiones de la planta son:

Largo de remolque..... 15,240 mm (50'0")
 Altura de remolque..... 4,270 mm (14'0")
 Ancho de remolque..... 3,050 mm (10'0")
 Peso en vacío, total..... 19,958 kg (44,000 lb)

Las dimensiones para embarque y transporte son:

Largo..... 18,593 mm (61'0")
 Alto..... 4,345 mm (14'3")
 Ancho..... 3,050 mm (10'0")
 Volumen de embarque..... 242 metros cúbicos (8,517 pies cúbicos)

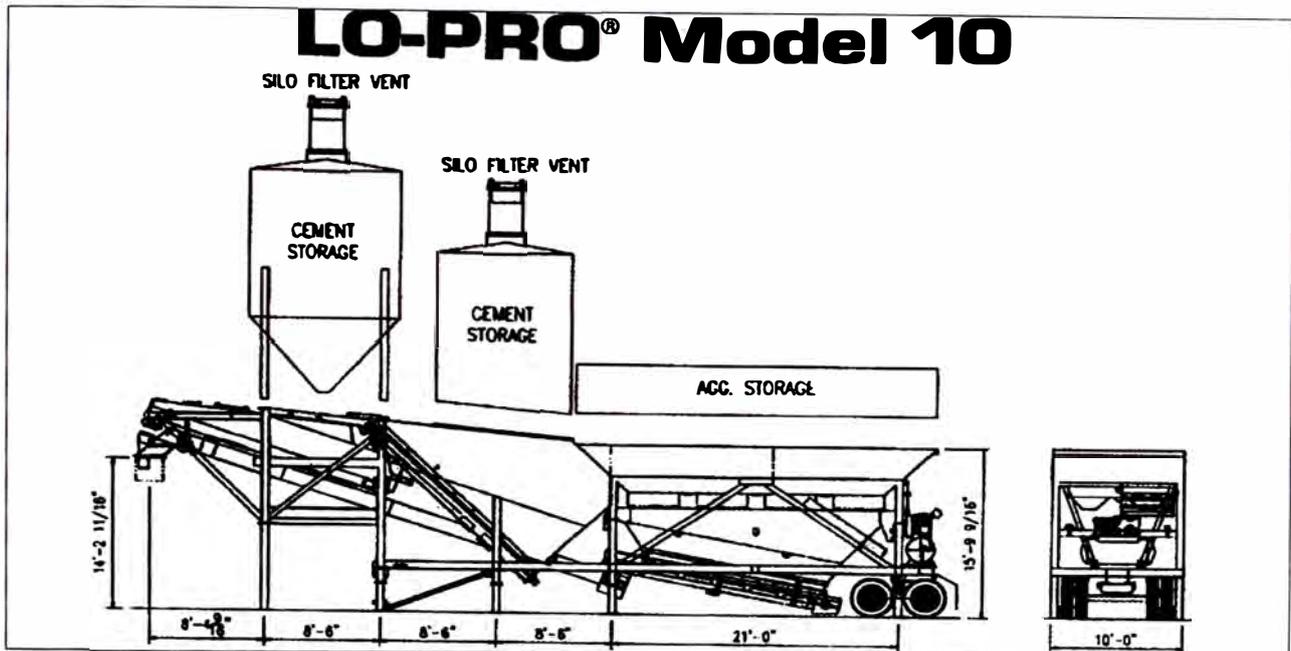


Figura N° 3.1.- Dimensiones de Planta de Concreto CON-E-CO LO PRO 10 (Fuente: CON-E-CO)

Camiones mezcladores o Mixer

El tambor giratorio de estos camiones reciben los insumos del concreto que descarga la planta y se encargan de realizar la mezcla.

El tambor giratorio tienen una capacidad de 8 metros cúbicos, sin embargo, el volumen de carga se debe definir de acuerdo a las condiciones de las vías de acceso al punto de vaciado, básicamente pendientes y anchura de la vía.

Debido a las condiciones climáticas, es importante realizar un uso adecuado del mixer, las bajas temperaturas influyen en el funcionamiento en gran medida. Así mismo, se recomienda tener cuidado al estar cerca de este equipo ya que su funcionamiento es muy complejo y podría ocasionar accidentes, principalmente durante la carga y descarga del mixer.

Cada uno de los mixer es sometido a una evaluación por parte del área mecánica de la mina, al ser aprobado recibe la autorización para trabajar dentro de las instalaciones mineras.

Las especificaciones dadas por el fabricante son las siguientes:

Tabla N° 3.2.- Especificaciones técnicas de camión mezclador VW 31-310

Descripción	Especificación
Nombre técnico	Camion double truck mixer lieb
Marca	Volkswagen
Modelo	Worker 31-310 EURO II
Motor	Cummins 6CTAA Turbo intercoolers
Número cilindros	6
Diametro por Carrera de pistón	114 x 135 mm
Cilindrada	8270 cm ³
Potencia	303 CV
Caja de velocidades/ transmisión	Eaton RT 8908-LL
Tambor giratorio	Liebherr

Fuente: Fabricante Volkswagen

Las dimensiones del mixer son:

Longitud total.....5965 mm

Altura embolo de carga.....2540 mm

Diámetro máximo del tambor.....2300 mm

El tambor giratorio debe lavarse al final de cada jornada para evitar que se adhiera el concreto a las paredes interiores del mismo, en vaciados masivos, el lavado se recomienda realizar a cada 24 metros cúbicos de concretos transportados.

Este tipo de mixer han demostrado su versatilidad en este tipo de condiciones y según datos de la empresa estos mixer están en la capacidad de transportar hasta 16 metros cúbicos por hora.

Cargador frontal

Este equipo tiene la función del apilamiento y abastecimiento del agregado a la planta de concreto.

Su trabajo se desarrolla en el mismo espacio físico donde se almacena el agregado grueso y el agregado fino.

Al igual que los mixer, el cargador frontal pasa por una evaluación del área mecánica de la mina, la cual determina la autorización para que el equipo pueda trabajar con seguridad. Se certifica al equipo como apto.

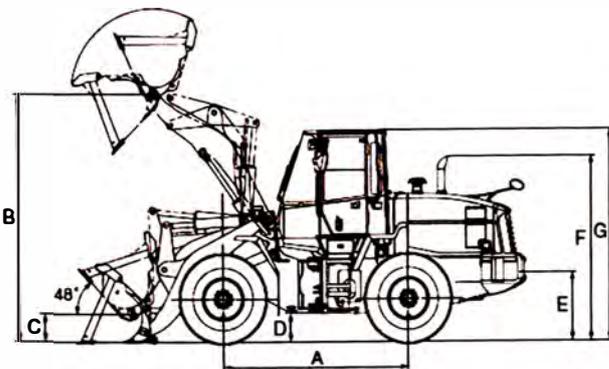
Las especificaciones dadas por el fabricante son las siguientes:

Tabla N° 3.3.- Especificaciones técnicas de cargador frontal komatsu WA200

Descripción	Especificación
Motor modelo	Komatsu SAA4D107E-1
Potencia bruta	95.2 kw 128 HP
Potencia neta	94.0 kw 126 HP
Número de cilindros	4
Transmisión	Hidrostático, 1 bomba, 2 motores con selector de rango de marcha
Sistema de propulsión	Tracción en las 4 ruedas
Delantera	Fijo, semiflotante
Trasero	Soporte de pasador frontal, semiflotante
Capacidad del cucharón	1.7 a 2.4 metros cúbicos

Fuente: Komatsu

Dimensiones del cargador komatsu WA200:



	Neumáticos 17.5-25		Neumáticos 20.5-25	
Trocha	1930 mm	6'4"	1930 mm	6'4"
Ancho sobre neumáticos	2375 mm	7'10"	2470 mm	8'1"
A Distancia entre ejes	2840 mm	9'4"	2840 mm	9'4"
B Altura máx. del pasador de la articulación	3635 mm	11'11"	3705 mm	12'2"
C Altura del pasador de la articulación, posición de transporte	410 mm	1'4"	380 mm	1'3"
D Holgura sobre el suelo	425 mm	1'5"	495 mm	1'8"
E Altura del enganche	870 mm	2'10"	940 mm	3'1"
F Altura total, extremo del escape	2725 mm	8'11"	2795 mm	9'2"
G Altura total, cabina ROPS	3110 mm	10'2"	3180 mm	10'5"

Figura N° 3.2.- Dimensiones de cargador frontal komatsu WA200 (Fuente: Komatsu)

Bomba de concreto

La bomba de concreto se utiliza para la descarga del concreto del mixer al punto de vaciado. Su uso es variable de acuerdo a las necesidades del proyecto.

La bomba utilizada en nuestro caso en estudio, puede desarrollar una presión de hasta 110 psi, sin embargo, la mina lo prohíbe y solo permite desarrollar hasta 75 psi, por un tema de seguridad.

La bomba de concreto es el equipo más peligroso por su utilización, y el personal debe ser especializado para el uso de esta.

De acuerdo a datos de la empresa, esta bomba está en la capacidad de bombear 8 metros cúbicos de concreto en 10 minutos a 75 psi de presión para elementos estructurales horizontales.

3.1.2. Componente recurso humano

Lo conforman todo el conjunto de la mano de obra que participa directamente en el proceso de fabricación del concreto.

En la siguiente tabla detallamos al personal:

Tabla N° 3.4.- Personal de planta de concreto

Cargo	Función	Observaciones
Ingeniero Jefe de Planta	Encargado de la producción del concreto, control y seguimiento de todas las etapas de la producción.	
Supervisor de calidad	Control de calidad del concreto	Sin equipo
Operador de planta	Controla el correcto funcionamiento de la planta de concreto	Con equipo
Operador de mixer	Mezcla de concreto en tambor,	Con equipo

	transporte de concreto a obra, verificación del concreto en estado fresco durante esperas.	
Operador de cargador frontal	Apilamiento y abastecimiento de los agregados a planta de concreto	Con equipo
Operador de bomba	Controla la descarga del concreto a la bomba de concreto y de la bomba de concreto al punto de vaciado.	Con equipo

Fuente: Elaboración propia

En nuestro caso en estudio vamos a discernir de acuerdo a las actividades físicas en las que intervienen, de los detallados en la tabla líneas arriba, el único que trabaja sin equipo es el supervisor de calidad, razón por la cual analizaremos su trabajo y su producción. Cabe mencionar que en promedio el supervisor de calidad está en la capacidad de producir continuamente (vaciados masivos) 40 metros cúbicos de concreto por hora de trabajo.

Debemos mencionar además que la mayoría del personal destacado para este proyecto, ha trabajado anteriormente en proyectos similares, en condiciones climáticas extremas, en campamentos mineros, bajo estándares de seguridad altos, motivo por el cual es personal especializado en cada una de las actividades que desarrollan.

3.1.3. Componente recursos materiales

Lo conforman los principales insumos que utilizamos en el concreto: agregados, cemento, aditivos y agua.

La capacidad de almacenamiento y los rendimientos de cada insumo en nuestro caso en estudio los mostramos en la siguiente tabla:

Tabla N° 3.5.- Capacidad de almacenamiento y rendimiento de insumos

Insumo	Almacenaje	Rendimiento
Cemento	2 silos de 150 toneladas cada uno	420 kg por metro cúbico de concreto
Agregados fino y grueso	3000 metros cúbicos cada uno (Arena= 7740 toneladas, Piedra= 7962 toneladas)	Ag. Fino= 831 kg por metro cúbico de concreto Ag. Grueso= 904 kg por metro cúbico de concreto
Agua	40 metros cúbicos	116 litros por metro cúbico de concreto
Aditivos	4 cilindros de incorporador de aire (198 litros cada uno) y 8 cilindros de plastificante (200 litros cada uno)	Plastificante= 3.17 litros por metro cúbico de concreto. Incorporador de aire= 0.07 litros por metro cúbico de concreto.

Fuente: Oficina técnica de planta

3.1 EMPLEO DE LA PLANTA EN OBRA

La compañía minera Antamina, en el marco de su programa de expansión, se incluye la ampliación de la capacidad de procesamiento, la cual considera la construcción de nuevas estructuras civiles y electromecánicas. Antamina encargó a la empresa chilena Aker Solutions la responsabilidad de la construcción de las nuevas estructuras, asu vez Aker Solutions, contrata a la empresa peruana COSAPI para la ejecución. Siendo en este proyecto el concreto el principal elemento constructivo, Antamina mediante un requerimiento especial, ordena que el concreto sea suministrado por una empresa especializada, razón por la cual se transmite el pedido a la empresa COSAPI y esta contrata a UNICON como única empresa encargada del suministro del concreto para el proyecto de expansión.

El volumen contractual de suministro fue de 27,000 metros cúbicos, distribuidos según se detalla en el capítulo I, tabla 1.3.

Las principales estructuras a vaciar fueron:

- Cimentación estructural para molino SAG N°02
- Estructura para molino de bolas N°03
- Estructura para cuarta fila de celdas de flotación
- Nuevo taller de equipos: Truck shop
- Cimentaciones de nueva faja transportadora.



Figura N° 3.3.- Nuevo molino SAG (Fuente: archivo propio)

Debido a los trabajos de montaje e instalación de las estructuras mecánica-eléctricas, los turnos de vaciado fueron variando, iniciándose en muchas ocasiones en la madrugada. Los vaciados masivos se iniciaban a las 3 de la madrugada y podían durar hasta 25 horas de vaciados continuo. La planta debía iniciar sus labores 1.5 horas antes de la hora pactada con el cliente. A continuación se muestran los volúmenes de vaciados mensuales promedios obteniéndose un volumen promedio de 2578 m³. Debemos tener en cuenta que el volumen de vaciado está en función a la necesidad de la obra, es por este motivo que la planta muestra este desarrollo de la producción del concreto.

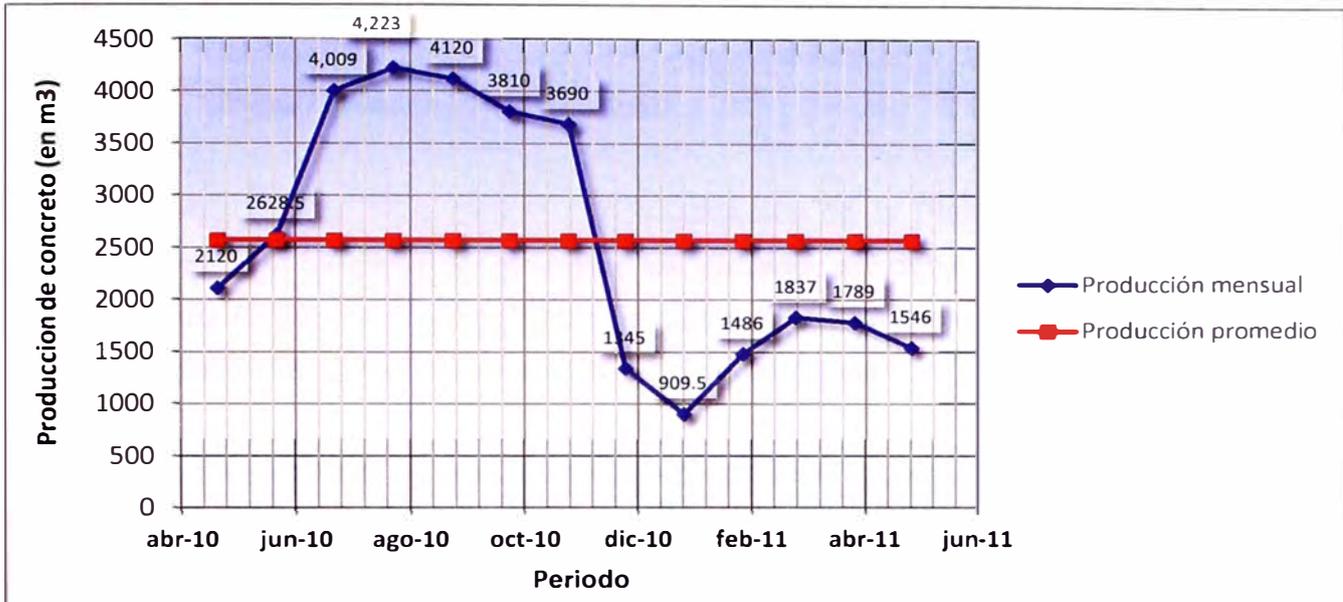


Figura N° 3.4.- Vaciados promedios mensuales (Fuente: Archivo propio)

3.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LA PLANTA

El montaje e instalación de la planta de concreto es un proceso muy importante pues influye directamente en la productividad de la planta. Se debe planificar considerando muchos factores para que la planta sea aprovechada en su máxima producción, detallaremos en los siguientes acápite las consideraciones necesarias.

3.2.1. Factores a tener en cuenta

Ubicación. Dentro de la distribución en planta, la ubicación de la planta dosificadora es muy importante, ya que es el equipo principal de todo el proceso de fabricación del concreto. Condiciona un área para la recepción de los insumos hacia la planta y un área para la descarga de los insumos al mixer. Asimismo la ubicación debe considerar el área para el desplazamiento de los mixer y para el desplazamiento de las bombonas (transporte de cemento) que abastecen los silos de la planta dosificadora. También dependen de esta los siguientes elementos:

- Ubicación de los tanques de almacenamiento de agua

- Ubicación de los tanques de almacenamiento de aditivos
- Ubicación de la compresora de aire para descarga del cemento a silos
- Ubicación de grupo electrógeno

Distancia a obra. Para determinar la ubicación de la Planta de producción de concreto con respecto a las zonas de vaciado, se debe hacer un estudio de acuerdo al volumen demandado de cada zona de vaciado. La planta estará ubicada lo más próxima a la zona de mayor demanda.

Distancia a botaderos en mina. Una consideración especial del trabajo al interior de la mina es el tratamiento de los desechos producidos en la producción del concreto, en nuestro caso se gestionó con el área medioambiental de la mina, para que se destinen botaderos para los desechos. De esta manera la Planta de producción no debe estar muy lejos de estos botaderos.

Accesos. Los accesos para el ingreso y salida a la Planta de producción debe considerar el tránsito de transporte pesado. Se recomienda evitar en lo posible pendientes muy pronunciadas y curvas cerradas, dado que el mixer y la bomba de concreto transportan concreto, de característica acuosa en estado fresco, y esto puede producir volteos durante su traslado.

Duración del proyecto. Es necesario considerar el plazo que durará el proyecto porque permite determinar la capacidad de producción de la planta a instalar y porque permite determinar el beneficio-costos de su instalación a pie de obra. En el caso en estudio, nos permitió determinar la capacidad de producción de la planta que se instaló, y se confirmó la necesidad de instalar la planta a pie de obra por estar ubicada en una mina.

3.2.2. Montaje e Instalación de la planta dosificadora

El montaje e instalación de la planta determinará la posición fija donde se ubicará cada elemento de la planta. En nuestro caso se inició con la movilización de la planta desde la ciudad de Lima, transportándose los siguientes elementos:

- Planta dosificadora CON-E-CO LO PRO Modelo 10.

- 02 silos de 150 toneladas cada uno, para almacenamiento de cemento.
- 02 tanques de 40 metros cúbicos de capacidad, para almacenamiento de agua, implementados con sistema eléctrico de control de temperatura.
- 01 faja transportadora para carga de agregados a balanza de Planta dosificadora.
- 01 tanque de 2 metros cúbicos de capacidad, para almacenamiento de aditivo.

Para realizar el proceso de montaje se sugiere seguir los siguientes pasos:

Análisis del entorno.

Se debe considerar todos los factores externos. En nuestro caso en estudio se consideró las condiciones que exige la mina, así como las condiciones climáticas que condicionan el horario de trabajo.

Entorno físico. En nuestro caso se procedió a realizar un estudio del clima, el tipo de suelo y el equipamiento básico (comunicaciones, caminos de acceso, etc.).

Entorno legal o institucional. Se recomienda realizar un sondeo de los permisos, autorizaciones, restricciones, normas, etc. para realizar un trabajo que no infrinja en la parte legal. Antamina tiene procedimientos establecidos para este tipo de trabajo, tales como: permisos de trabajos de alto riesgo, autorizaciones para movilización de equipos especiales y restricciones de trabajos en malas condiciones climáticas como tormentas eléctricas.

Análisis de recursos.

Mano de obra. Este tipo de maniobras debe ser realizado por personal especializado, la empresa UNICON es consecuente con esto, por lo que en las instalaciones de plantas móviles subcontrata a una empresa especializada en montajes de plantas de concreto premezclado.

Los procedimientos de la mina obligan que el personal debe cumplir charlas de seguridad, exámenes médicos, para poder laborar al interior de sus instalaciones, es importante considerar esto en la planificación del montaje e instalación.

Equipos. Es necesario el uso de una grúa para las maniobras de izaje, en nuestro caso en estudio, fue proporcionada por Cosapi. Este equipo debe ser considerado en la planificación, para evitar retrasos de permisos o autorizaciones que se requieran.

Para las maniobras de izaje se deben evaluar varias alternativas. Seguidamente mostramos las posibles alternativas de izaje:

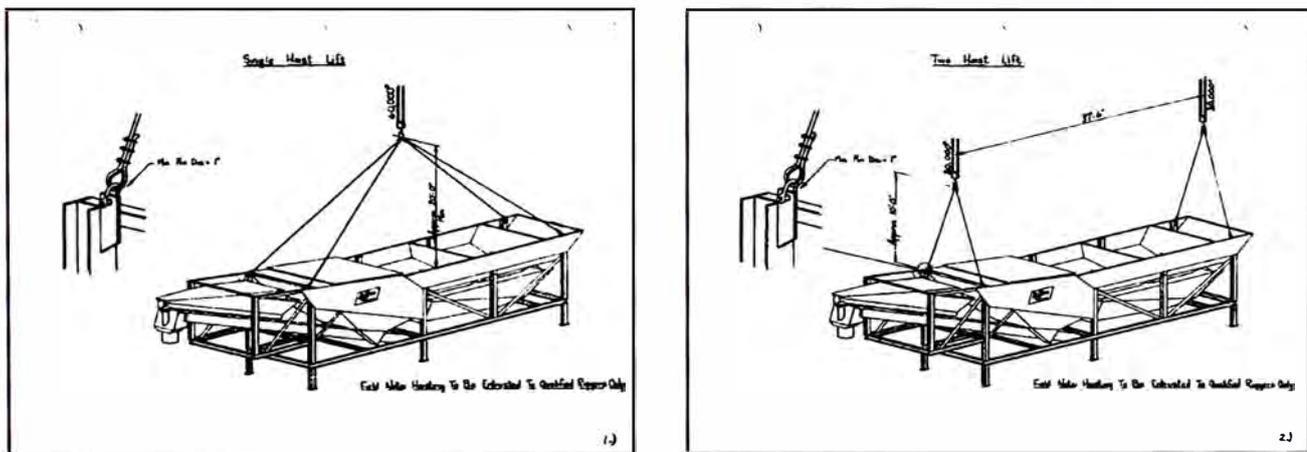


Figura N° 3.5.- Maniobras de izaje (Fuente: CON-E-CO)

La planta CON-E-CO LO Pro 10, se izó de acuerdo al siguiente esquema:

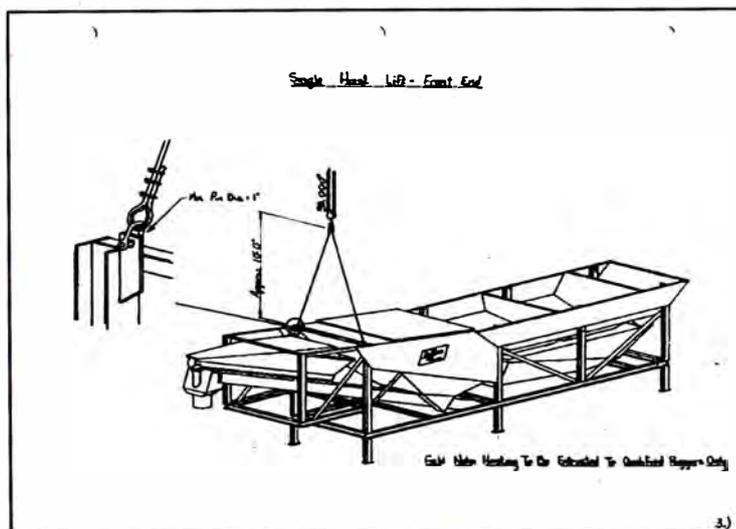


Figura N° 3.6.- Maniobras de izaje planta CONE-CO LO PRO 10 (Fuente: CON-E-CO)

Materiales. Las herramientas son proporcionadas por la empresa subcontratada para el montaje. Es función de ellos informarse de todos los requisitos que pide la mina para el uso de herramientas manuales y de poder. Esto también influye en la planificación, el tema de seguridad puede complicarse si no se considera o no se informan bien de los procedimientos que exige la mina.

La ubicación de cada uno de los elementos contribuye a la productividad y la calidad del producto final. Por lo tanto se recomienda planificar la ubicación de la planta, realizando el layout definitivo de la planta de producción de concreto y además realizar el diagrama de recorrido para la elaboración del producto.

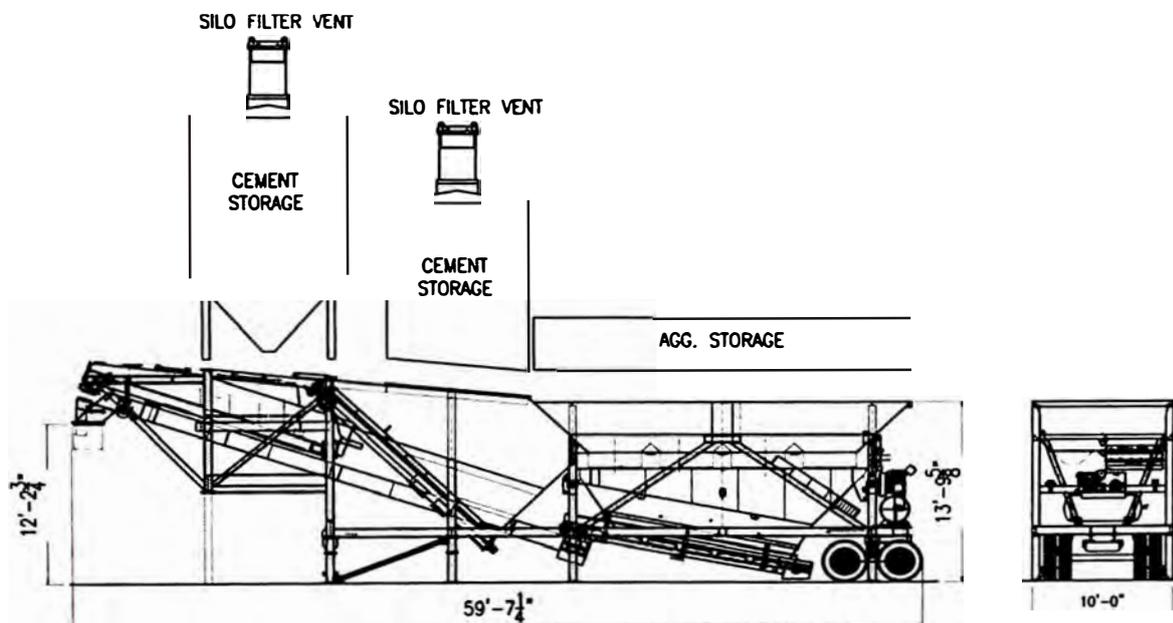


Figura N° 3.7.- Disposición final de la planta (Fuente: CON-E-CO)

Las actividades para el funcionamiento de la planta, se centran en las instalaciones eléctricas, la planta funciona con un grupo electrógeno de 210 KW y a continuación mostramos el esquema utilizado para la distribución de la planta:

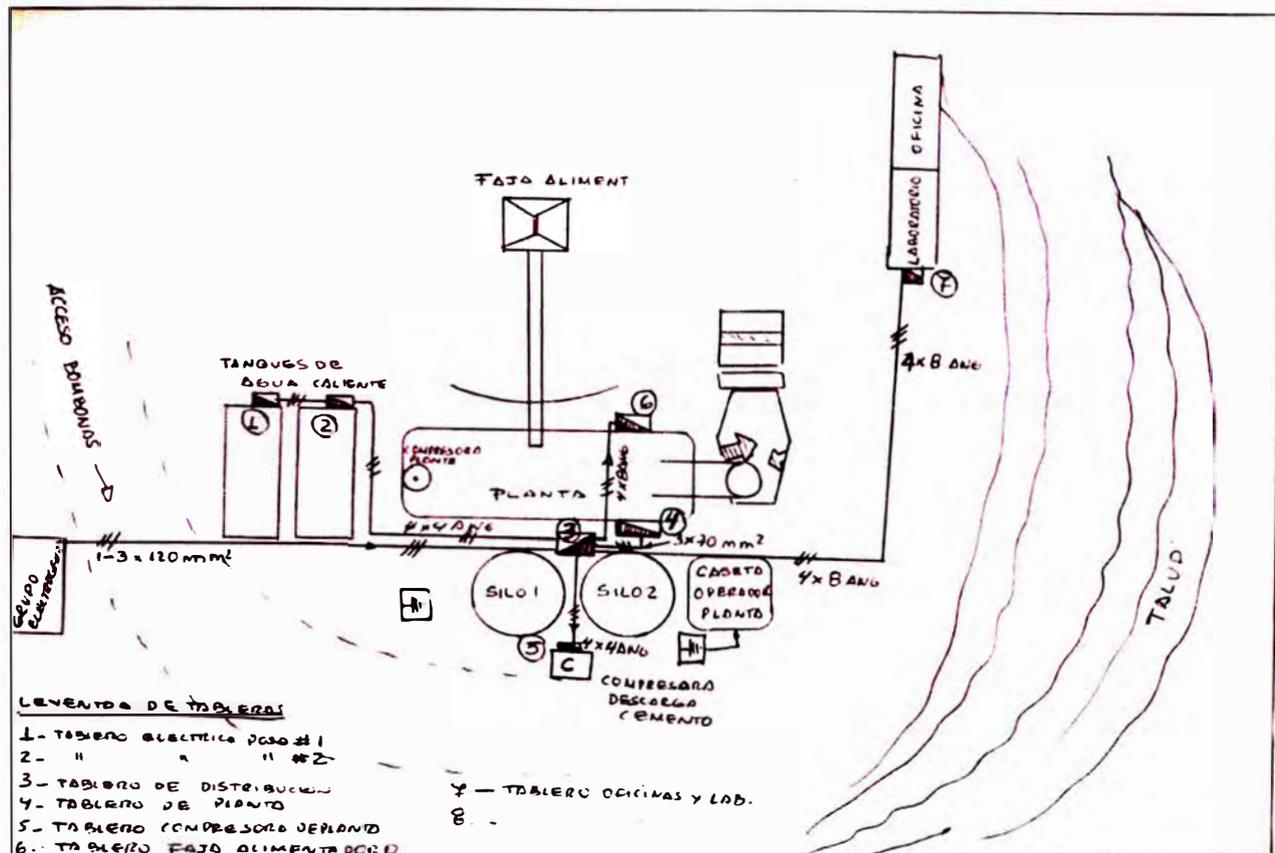


Figura N° 3.8.- Esquema de distribución eléctrica para la planta de concreto. (Fuente: Oficina técnica de planta)

3.2.3. Análisis de tiempo y costos

Análisis de tiempo. El montaje e instalación demanda un tiempo de acuerdo a las condiciones del entorno físico, legal y de los recursos disponibles.

Particularmente en nuestro caso de estudio, el cumplimiento de los procedimientos de la mina demanda un tiempo aproximado de una semana, entre los que están los permisos, autorizaciones de ingreso, inducción de personal nuevo, exámenes médicos, etc.

Los trabajos propios del montaje demandan en promedio 10 días, en los cuales se incluyen las obras civiles como excavaciones, encofrados, preparación y colocación de armadura de acero, colocación de concreto e izajes.

Como se aprecia en la siguiente imagen el trabajo de izaje es un trabajo de mucho riesgo y la preparación debe ser minuciosa para cada elemento que se

maniobra. Se debe considerar las restricciones de horarios, condiciones del clima y otras que influyen en estas maniobras.



Figura N° 3.9.- Preparativos previos al izaje de silo de cemento (Fuente: Archivo propio)

Tabla N° 3.6.- Programa de trabajo para montaje e instalación de planta de concreto

Actividad	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17
Movilización de equipos	■	■															
Autorización de ingreso de equipos		■															
Exámenes médicos ocupacionales de personal	■																
Movilización de personal			■														
Autorización de ingreso de personal a mina			■														
Inducción de personal obrero en mina				■	■	■											
Trabajos de nivelación y replanteo							■										
Excavaciones y rellenos								■									
Colocación de acero para pedestales									■								
Encofrado de pedestales									■								
Colocación de concreto en pedestales										■							
Preparativos para maniobras de izaje								■	■	■							
Autorización para maniobras de izaje											■						
Izaje de planta CONECO-LO PRO												■					
Izaje de silos para cemento													■				
Colocación de acero para pedestal de tolva de agreg.									■								
Encofrado de base de tolva de agregados									■								
Colocación de concreto en pedestal de tolva de agreg.										■							
Izaje de tolva de agregados														■			
Izaje de faja transportadora de agregados															■		
Instalaciones eléctricas																■	
Prueba en vacío																	■

Análisis de costos. En la siguiente tabla mostramos el análisis de costos a nivel de costo directo para el montaje e instalación de la planta de concreto.

El personal obrero lo conforman 06 operarios y los equipos son proporcionados por Cosapi.

Tabla N° 3.7.- Presupuesto del montaje e instalación de la Planta de Concreto Premezclado

PARTIDA	DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO (S/.)	REQUERIMIENTO		PARCIAL	SUB TOTAL
				CANTIDAD	PERIODO		
1	MANO DE OBRA						5,400.00
1.1	Remuneraciones	mes	900.00	6.00	1.00	5,400.00	
2	EQUIPOS						240.00
2.1	Alquiler de grúa	hm	240.00	1.00	1.00	240.00	
3	MATERIALES						270.00
3.1	Herramientas manuales	mes	270.00	1.00	1.00	270.00	
4	ELEMENTOS DE SEGURIDAD						800.00
4.1	EPP	Mes	800.00	1.00	1.00	800.00	
5	GASTOS GENERALES						350.00
5.1	Gastos varios (fotocopias, viáticos, etc.)	Mes	350.00	1.00	1.00	350.00	
	SUB TOTAL						7,060.00
	IGV 18%						1,270.80
	TOTAL						8,330.80

Fuente: Oficina Técnica de planta

CAPITULO IV: CASO DE ESTUDIO: PRODUCCION DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA LA AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE ANTIMINA

4.1 DESCRIPCION DE LA OBRA

El proyecto consiste en la construcción de las edificaciones e instalaciones del Programa de Expansión de la Capacidad de Procesamiento de Antamina, de propiedad de la Compañía Minera Antamina S.A.. Las instalaciones del proyecto se ubican a 470 km al noroeste de Lima en el Distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Departamento de Ancash, Perú y a una altitud promedio de 4,300 metros sobre el nivel del mar.



Figura N° 4.1.- Mapa de ubicación del Proyecto

La planificación inicial consideró que durante los 20 años de vida operativa de la mina, se extraerían aproximadamente 500 millones de toneladas de mineral con 70,000 tpd en promedio. Sin embargo, las reservas reconocidas de mineral y la velocidad de extracción se han incrementado.

Antamina resolvió ampliar la capacidad de procesamiento de sus actuales instalaciones a 130,000 tpd de mineral seco, como valor promedio.

El 80 % del volumen total de concreto estaba destinado a la ampliación de la planta concentradora. Los trabajos ejecutados fueron los siguientes:

- Repotenciamiento del Apron Feeder del chancador primario.
- Repotenciamiento de la faja transportadora existente que extrae material del acopio de mineral grueso.
- Nuevo acopio de mineral grueso con una capacidad de almacenaje de 36,000 ton.
- Un nuevo molino SAG de 38' x 21'.
- Separación de Pebbles en zarandas de doble bandeja de 12' x 24'.
- Un cuarto molino de bolas de 24' x 35.5' de iguales dimensiones a los existentes.
- En flotación, se adicionó un nuevo banco de celdas rougher para Cobre y un nuevo banco de celdas rougher para Zinc, del mismo tamaño de las existentes (130 m³) y además se agregó una octava celda para los bancos de Cobre.
- Instalación de dos columnas adicionales para Cobre.



Figura N° 4.2.- Distribución de vaciados en la planta concentradora. (Fuente: Ingeniería & Proyectos Antamina)

Ampliación Planta

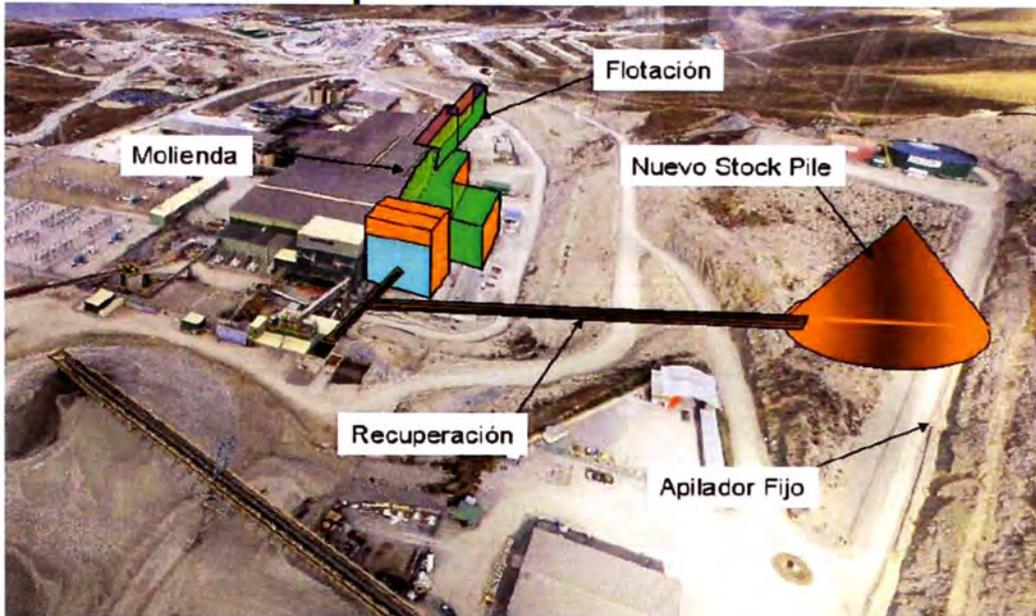


Figura N° 4.3.- Vista tridimensional de las nuevas estructuras. (Fuente: Ingeniería & Proyectos Antamina)

La planta de fabricación de concreto tenía la función de abastecer exclusivamente al proyecto de expansión de la mina.

Por condiciones contractuales, Antamina solicita una empresa especializada en concreto, razón por la cual COSAPI contrata a UNICON para el abastecimiento de concreto, entonces el esquema organizacional es como se muestra:

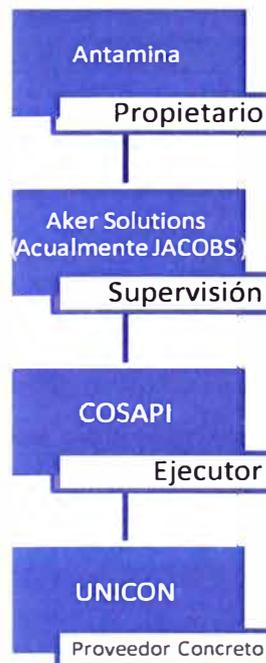


Figura N° 4.4.- Situación organizacional de UNICON en el proyecto

Siendo la ampliación de la planta concentradora la zona de vaciado más importante y donde se concentraba el mayor volumen de concreto para despachar 24,300 metros cúbicos. Este volumen de concreto finalmente se incrementó en un 50%. El principal diseño despachado por la planta fue el de 30 MPa o 300 kg/cm². Este diseño está compuesto de los siguientes insumos:

Tabla N° 4.1.- Componentes del diseño representativo de f'c=30MPa.

INSUMOS	PESO SECO(Kg/m3)	PESO HUMEDO(Kg/m3)
Cemento Atlas IP	420	420
Agua	207	116
Arena	761	831
Piedra 57	883	904
Pozzolith 130N	3.17	3.17
Sika Aer	0.07	0.07
TOTAL	2274	2274

Fuente: Oficina técnica de planta

Estos ensayos se realizaron en laboratorios ubicados en la mina, las condiciones del concreto en estado fresco, fueron las siguientes:

Tabla N° 4.2.- Propiedades generales del concreto de f'c=30MPa.

T° AMBIENTE	T° CONCRETO	SLUMP	CONTENIDO DE AIRE	PESO UNITARIO	TIEMPO DE FRAGUA
11.4 °C	17.8 °C	4 1/2 "	5.20%	19.80 kg	5 hrs.

Fuente: Oficina técnica de planta

En el siguiente esquema, se presenta la primera proyección del personal directo y el número de mixer promedio que utilizaríamos en todo el proyecto de acuerdo al volumen contractual, esta primera aproximación nos permitió programar los volúmenes de insumos requeridos para el primer mes.

Tabla N° 4.3.- Primera aproximación de personal y mixer requerido para el proyecto

Concreto (m3)	2010												
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septemb	Octubre	Noviemb	Diciemb	Enero	Febrero	Marzo	
VOL. TOTAL X MES	1066	4460	4100	2800	2550	2800	2500	2200	700	1500	1600	960	2250.0
VOL. DIARIO DURANTE 15 DIAS	52.6	297	273	167	170	173	167	147	47	100	107	63	
Nro VIAJES DIARIO DURANTE 15 DIAS	7	37	34	23	21	22	21	18	6	13	13	8	
Nro MIXER DIARIO DURANTE 15 DIAS	1.3	7.4	6.8	4.7	4.3	4.3	4.2	3.7	1.2	2.5	2.7	1.6	4.25
	2	8	7	5	5	5	5	4	2	3	3	2	
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
OPERADOR DE PLANTA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
OPERADOR DE CARGADOR FRONTAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SUPERVISOR DE PRODUCCION	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
MECANICO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Nro DE MIXER	450 M3	2.3	9.9	9.1	6.2	5.7	5.8	5.6	4.9	1.6	3.3	3.6	2.1
OPERADORES DE MIXER													5.0

Concreto (m3)				
10 Mpa	20 Mpa	30 Mpa	35 Mpa	Total
508	-	24,342	2,415	27,265
27,000				

Fuente: Oficina técnica de planta

Es importante mencionar que las condiciones climáticas influyen en el comportamiento del concreto tanto en estado fresco como su desarrollo a estado endurecido, las propiedades físicas y químicas son influenciadas por el clima.

Para contrarrestar esto se utilizaron dos aditivos:

Plastificante. Pozzolite 130 N, la función principal de este aditivo era darle trabajabilidad al concreto en estado fresco, y,

Incorporador de aire. Sika Aer, su función es generar los vacíos para controlar el hielo y deshielo del concreto producido por las bajas temperaturas.

Como se dijo, la planta estaba a disposición del proyecto, esto implicaba que no se tenía un horario fijo de despacho. La necesidad del proyecto variaba el horario de ingreso del personal de manera diaria. Los vaciados podían iniciarse inclusive en la madrugada (Temperatura ambiente promedio = 0.2°C) para evitar los fenómenos climáticos como las tormentas eléctricas, lluvias que usualmente se producían en horas de la tarde o por interferencias de trabajos de otras empresas.

Destacamos esto porque impacta en la productividad de la planta, las extremas condiciones medioambientales, impactan en el rendimiento del personal, de los equipos, y de los materiales.

Debemos notar además que la productividad total de la planta depende básicamente de los equipos, por lo tanto es importante señalar las capacidad de respuesta que tengan estos bajo las condiciones antes mencionadas, además de la habilidad del operador.



Figura N° 4.5.- Izquierda: Bajas temperaturas de vaciado. Derecha: Vaciados de madrugada 2:00 am aprox. (Fuente: Archivo propio)



Figura N° 4.6.- Izquierda: Equipos mixer y retroexcavadora en planta. Derecha: Planta de concreto CONECO. (Fuente: Archivo propio)

4.2 DESCRIPCION DEL PROCESO

4.2.1. Identificación y medición de las actividades

La recopilación de datos se realizó a lo largo del proyecto, participando en los vaciados masivos y haciendo las mediciones que se presentan en este capítulo.

El proceso principal es la fabricación, transporte y colocación de concreto premezclado. Los procesos secundarios son el abastecimiento de insumos, tales como los agregados, el cemento, el agua y los aditivos.

La finalidad de analizar cada uno de los subprocesos es identificar las oportunidades de mejora de la productividad, a través de las herramientas y

métodos planteados en el capítulo II. Este proceso de análisis lo iniciamos con la descripción minuciosa del proceso, usamos símbolos ASME para representar el flujo del proceso, luego aplicaremos los conceptos de Teoría de restricciones, "Just in time" para el abastecimiento de los insumos y "Lean Production" para el proceso en su totalidad.

Los subprocesos a analizar, son los siguientes:

- Subproceso de carguío de concreto a mixer
- Subproceso de control de calidad de la mezcla

Seguidamente describimos cada uno de ellos, para encontrar las posibles causas de su impacto en la baja productividad:

- **Subproceso N°01: Carguío de concreto a mixer**

El carguío del concreto es la actividad que comprende desde el abastecimiento de los agregados a la planta hasta finalizar la descarga de insumos al mixer. Se ha notado que el primer mixer en ser cargado es el que demora más tiempo. En este subproceso participan el operador de planta, 01 operador de cargador frontal, 01 operador de mixer y el supervisor de producción.

Es importante destacar que la condición de los agregados deben ser óptimas, inicialmente no se consideraba esto y los agregados estaban a la intemperie, expuestos a las condiciones del clima, de igual forma evitar que el cemento este expuesto a la humedad, y mantener el agua a temperatura adecuada para el concreto. Por otro lado, en nuestra planta, era notorio que existía interferencia entre el tránsito de las tolvas que descargaban el agregado traído desde la cantera y las maniobras que debía realizar el cargador frontal para abastecer a la planta de agregado, el espacio era limitado, lo cual retrasaba el abastecimiento de la tolva de agregados.

El esquema de este subproceso se muestra a continuación:

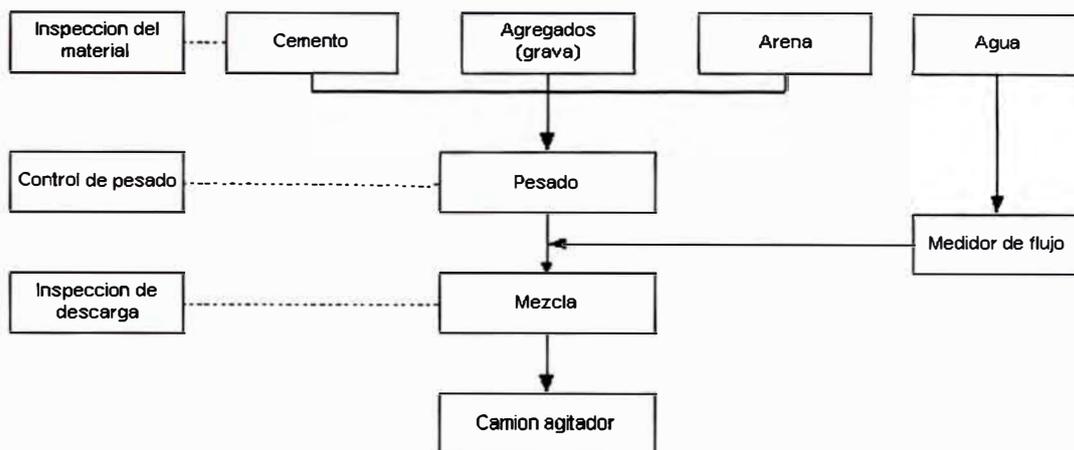


Figura N° 4.7.- Esquema del Subproceso N°01: Carguío de concreto a míxer. (Fuente: Elaboración propia)

El diagrama de flujo del carguío de concreto a míxer se muestra a continuación:

Cuadro N° 4.1.- Diagrama de flujo de Subproceso N°01

Diagrama N° 01		Hoja N° 01		Operario / Material / Equipo			
Objeto:				Resumen			
Abastecimiento de concreto premezclado				Actividad	Actual	Propuesta	
Actividad: Abastecimiento de insumos a planta y carguo de mixer Metodo: Actual Propuesto				Operación	13		
				Transporte	2		
				Espera	1		
				Inspeccion	3		
				Almacenamiento	0		
				Distancia			
Lugar:				Tiempo			
Operario (s): JSA		Ficha Num. 1		Costo			
Compuesto por: CLP		Fecha: 10/08/2010		Mano de obra			
Aprobado por: CLP		Fecha: 10/08/2010		Material			
				Equipo			
				Total			
Descripción			Cantidad (und)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo	Observaciones
1. Encendido de equipos			7	---	---	○	
2. Calentamiento de motor de unidades			7	---	15	⇒	
3. Inspección visual de agregados, agua y cemento			3	30.0	2	D	
4. Inspección visual de fajas alimentadoras de planta			5	10.0	2	□	
5. Carga de tolva de agregados			1	---	10	▽	
6. Alimentación de agregados a balanza			2	17.0	3		
7. Espera de comunicación para inicio de carguo			---	---	8		
8. Pesado de agregados			---	---	2		
9. Ubicación de mixer debajo de planta			1	8.0	2		
10. Inicio de carguo			---	---	---		
11. Inicio de giro de tambor			1	---	---		
12. Alimentación de agua al interior de tambor			1	15.0	2		
13. Descarga de agregados al tambor			1	---	2		
14. Descarga de cemento al tambor			1	---	2		
15. Descarga de agua al tambor			1	---	1		
16. Descarga de agregado restante al tambor			1	---	1		
17. Aumento de velocidad de giro del tambor			1	---	---		
18. Inspeccion visual del operador de planta			1	---	1		
19. Vertimiento de aditivo a la mezcla			2	---	1		

Fuente: elaboración propia

Notamos que existen 10 minutos que demora en cargar la tolva de agregados, según especificaciones de la empresa el tiempo aproximado debe ser de 7 minutos. Además se debe considerar que la tolva cargada al 80% (máximo permisible) rinde aproximadamente para 16 metros cúbicos de concreto. Lo cual equivalen a 2 mixer cargados a toda su capacidad.

Volumen de tolva de agregados al 80% <> Aprox. 16 m³ de concreto

Para descubrir las posibles causas de esta desviación recurrimos al diagrama causa-efecto de Ishikawa:

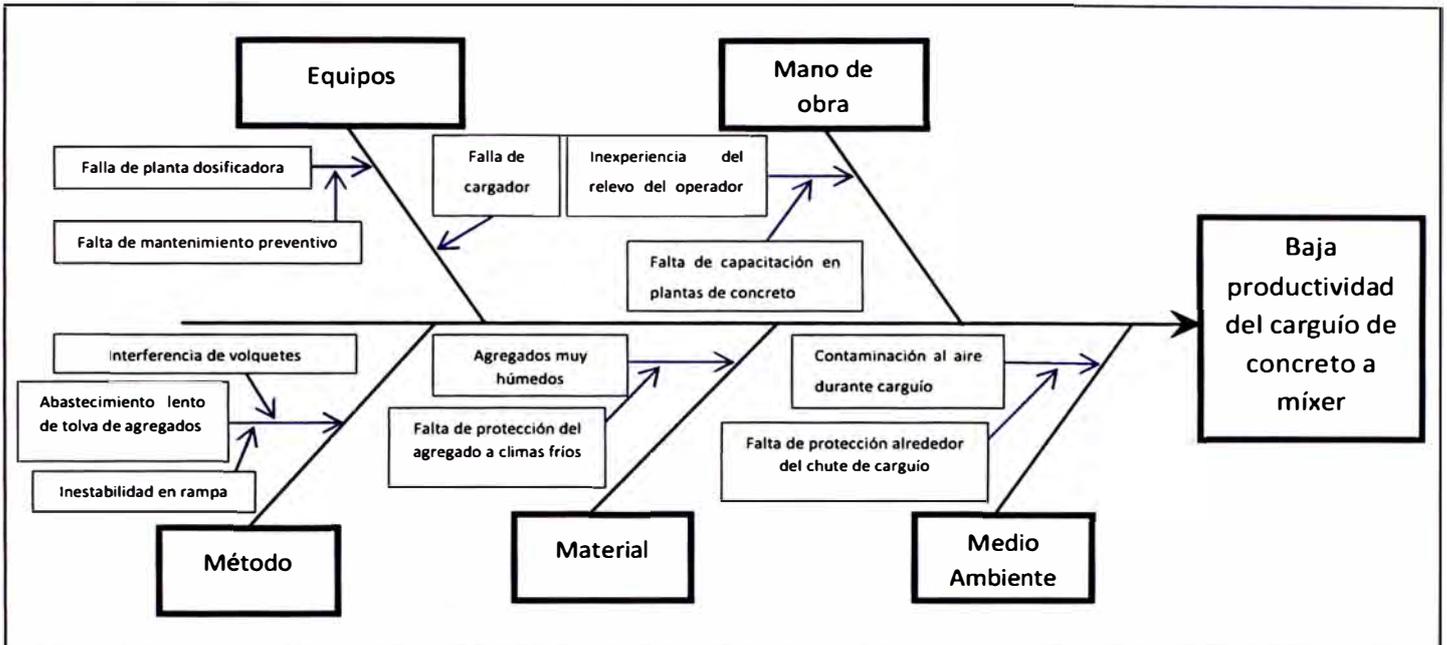


Figura N° 4.8.- Diagrama de Ishikawa para subproceso N°01 (Fuente: Elaboración propia)

El diagrama de Ishikawa nos muestra las posibles causas que explicaremos seguidamente:

Rama: Mano de Obra

Inexperiencia de relevo del operador de planta: Por disposición de seguridad de trabajos en mina, el operador de planta necesariamente debe contar con un relevo, la situación real de la planta estudio carecía de un operador con experiencia en este tipo de plantas. El relevo encargado venia de trabajar en plantas chancadoras de mineral, sin embargo el manejo de la planta Coneco era de mayor complejidad.

Este problema dejo en evidencia que la empresa concretera carece de una escuela de formación de operadores, siendo en proyectos especiales con clientes importantes aún más notorio.

Rama: Equipos

Falla de planta dosificadora. La planta CONECO trabajó bajo un sistema mecánico – eléctrico. Sometida a producción de grandes volúmenes de concreto diariamente es inminente la falla de este equipo. Ciertamente durante un vaciado masivo de 650 metros cúbicos de concreto la planta falló, específicamente el tornillo sin fin que conecta los silos de cemento a la balanza de cemento ubicada

en la planta, esto la paralización del vaciado por un lapso de 1.5 horas, generando pérdidas económicas en mano de obra, equipos y materiales. Este tipo de problemas pueden ocurrir si es que no se hace un seguimiento adecuado a los mantenimientos preventivos y debería existir un encargado de esta labor específicamente.

Falla de cargador frontal. Muy similar es el caso del cargador frontal que durante un vaciado masivo se averió, lo cual generó retrasos, dejando en evidencia además que no se tiene un plan de contingencia cuando se presentan estas eventualidades.

Rama: Método

Abastecimiento lento de tolva de agregados. Este es un caso crítico, la demora en el abastecimiento de la tolva de agregados que desemboca en la faja alimentadora, fue preocupante. Al hacer el análisis identificamos que las causas posibles de este problema fueron: La interferencia de los volquetes de agregados durante la descarga del material y la inestabilidad de la planta.

En el primer caso el tránsito de los volquetes restringía el área de desplazamiento del cargador frontal, lo cual limitaba su rendimiento y su recorrido hacia la tolva. Se muestra esquema de área disponible para estas maniobras.

En el segundo caso, se tenía la rampa presentaba un problema de diseño que no era acorde al cargador frontal. El ancho de la rampa era muy angosto en relación al ancho del cargador, además esta rampa requería ser reforzada lateralmente, ya que presentaba asentamiento por el peso vertical al que era sometido. Estos problemas condicionaban el peso que debía cargar el cucharón del cargador, en consecuencia, la productividad del mismo era menor a la esperada.

Rama: Material

Agregados muy húmedos. Era evidente la falta de conciencia en el personal de la importancia de cubrir el material para conservar sus propiedades físicas para elaborar el concreto. El mal tratamiento de los agregados impactaban negativamente en la calidad del producto final. Se debe tener en cuenta que no se había un designado a un responsable para esta labor.

Rama: Medio ambiente

Contaminación del aire. Durante el carguío del mixer se genera mucha polución lo cual es inherente a este proceso, y que si no se controla es perjudicial para la salud de los trabajadores. Esto se debe a que en el caso en estudio, se notaba la falta de mangas alrededor del chute que eviten la polución y contaminación del aire.



Figura N° 4.9.- Manga alrededor de chute de carguío (Fuente: Archivo propio)

➤ **Subproceso N°02: Control de calidad de concreto**

Esta actividad es el cliente interno de la actividad de carguío del mixer. Una vez cargado el mixer este se desplaza hacia el área de control de calidad donde están a la espera el supervisor de calidad para tomar las muestras del concreto. Este supervisor utiliza un bugui y una lampa para recibir la muestra de concreto, como se muestra en la figura siguiente:



Figura N° 4.10.- Ensayo en área de calidad (Fuente: Archivo propio)

Participan en este proceso el operador de mixer y el supervisor de calidad, eventualmente apoya un ayudante al supervisor, cuando se trata de vaciados masivos.

Así también se debe mencionar que según la norma ASTM C94 acerca de la preparación de concreto premezclado, nos dice que la muestra de concreto para vaciados masivos (mayores a 300 m³) se debe hacer a intervalos de cada 45 m³ de concreto producido en planta. Sin embargo, en ocasiones de vaciados importantes el cliente exigía muestras de concreto a todos los vehículos, tanto en planta como en obra.

Es común que en todos los vaciados haya que regular por lo menos un mixer y de acuerdo a la norma se podía utilizar una dosificación del plastificante para regular el concreto. No es común, regular el concreto bajo planta, es decir, que el mixer necesariamente tenga que retornar a la ubicación de carguío y adicionarle más agregado o más cemento. Aquí el carguío de volúmenes adicionales se realiza en modo manual de planta y depende mucho de la habilidad del operador para no sobrepasarse de los volúmenes adicionales requeridos. En el peor de los casos puede ocurrir que se tenga que desechar todo el concreto por no cumplir los estándares de calidad requeridos.

Como es evidente, se debe evitar el retorno del mixer a zona de carguío, esto interfiere el flujo, retrasa la llegada de mixer a obra y genera un costo innecesario por material excedente no utilizado.

De la misma forma realizamos el diagrama de flujo:

Cuadro N° 4.2.- Diagrama de flujo de Subproceso N°02

Diagrama N°	02	Hoja N°	01	Operario / Hacería / Equipo				
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto		
Atestacionamiento de concreto premezclado				Operación	11			
Actividad:				Transporte	5			
Control de calidad de concreto				Espera	2			
Muestra: Actual / Propuesto				Inspección	2			
Lugar:				Almacenamiento				
Operario (s): JCB				Discreto				
Fecha Num. 1				Tiempo				
Comprobado por: CLP				Costo				
Fecha: 10/08/2010				Materia de obra				
Aprobado por: CLP				Material				
Fecha: 10/08/2010				Equipo				
				Total				
Descripción				Cantidad (un)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Servicio	
1. Ingreso de mixer a zona de control de calidad				1	20.0	2	○	→
2. Supervisor de calidad (SC) espera estacionamiento de mixer				1	—	1	○	→
3. Supervisor se acerca con lugar a chuta de mixer				1	4.0	0.5	○	→
4. Operador de mixer (OM) espera indicación de supervisor para descargar muestra de concreto				1	—	0.5	○	→
5. SC indica a OM activar la descarga de concreto de mixer a lugar				2	—	—	○	→
6. SC recupera muestra en lugar				1	—	0.5	○	→
7. SC indica a OM terminar la descarga				2	—	—	○	→
8. SC se dirige con muestra a área designada para hacer las pruebas de concreto en estado fresco.				1	4.0	0.5	○	→
9. SC realiza los ensayos de Atestacionamiento, Contenido de aire y temperatura de concreto				1	—	5	○	→
10. Si el concreto cumple los valores solicitados, SC indica autorización para salir a obra.				1	—	—	○	→
11. Si el concreto no cumple los valores solicitados, el SC solicita plantificarse a la muestra				1	—	2	○	→
12. Se procede con el testido en el tambor giratorio.				1	—	4	○	→
13. Se repiten los pasos 6 al 9.				—	4.0	6	○	→
14. Si el concreto cumple los valores solicitados, SC indica autorización para salir a obra.				1	—	—	○	→
15. Si no cumple los valores solicitados, SC coordina con Operador de planta para detener el flujo de carguío.				2	—	—	○	→
16. Ingreso de mixer bajo planta para regulación				1	20.0	2.5	○	→
17. OP realiza el pesaje del material solicitado				—	—	2	○	→
18. OP activa las flejas alimentadoras con los materiales hacia el mixer				—	—	3	○	→
19. El OM inicia testido en tambor giratorio.				—	—	3	○	→
20. Se repiten los pasos del 1 al 18				—	16.0	10	○	→

Fuente: Elaboración Propia

En este proceso existen causas que reducen la productividad, nuevamente las analizamos mediante el uso del diagrama de Ishikawa:

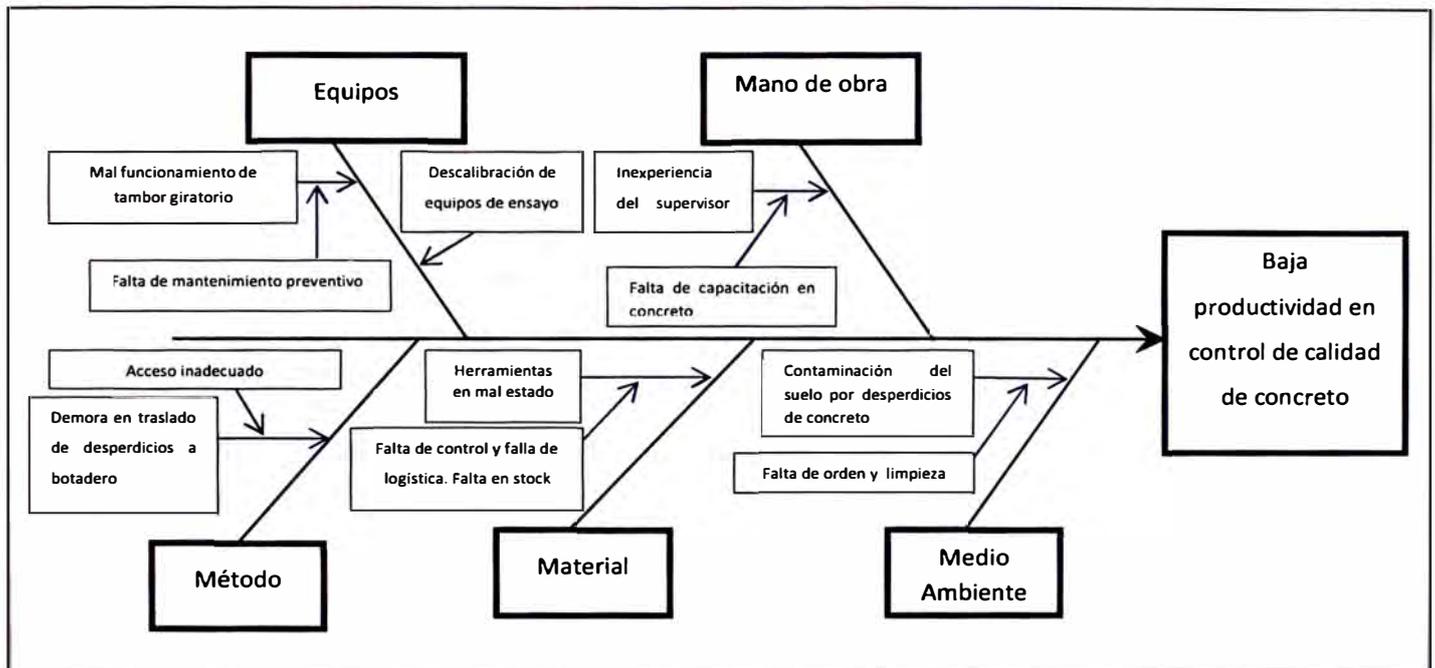


Figura N° 4.11.- Diagrama de Ishikawa para subproceso N°02 (Fuente: Elaboración propia)

Las posibles causas de la baja de productividad en este subproceso encontradas con el diagrama de Ishikawa las detallamos seguidamente:

Rama: Mano de obra

Inexperiencia del personal de calidad. Las demoras en la evaluación del concreto, la inspección y visto bueno para salir de planta dependen en esta etapa de la producción del supervisor de calidad, en razón esta persona debe ser muy bien entrenada en conocimientos y en práctica. Su decisión es muy importante durante el proceso de fabricación del concreto. El encargado demostraba falta de conocimiento en algunos conceptos o límites permisibles para aprobar el concreto. Esto traía como consecuencia retrasos.

Rama: Equipos

Mal funcionamiento de tambor giratorio de mixer. El tambor giratorio tiene la función de batir el concreto y producir una mezcla homogénea, en el caso en estudio sucede que estos equipos no lograban las revoluciones mínimas por

minuto solicitadas, esto lógicamente impactaba en la mezcla y por ende en la calidad del producto.

Descalibración de equipos de ensayo. De los tres ensayos realizados: contenido de aire, temperatura de concreto y asentamiento, el equipo de la olla Washington para el contenido de aire arrojaba en ciertas ocasiones valores fuera del orden permisible. Esto generaba desaciertos en la decisión y demoras innecesarias por regulación de concreto.

Rama: Método

Demora en traslado de desperdicios a botadero. En cada toma de muestra se producían desperdicios, concreto sobrante que se debía acumular en un área exclusivamente destinada para este fin. El inconveniente se producía durante el traslado de estos desperdicios, debido a que no se había habilitado un acceso adecuado. Este traslado lo realizaba el mismo supervisor de calidad, por lo que la demora en este trayecto de ida y vuelta retrasaba la toma de muestras del mixer, que en muchos casos se perdía tiempo esperando que regrese el supervisor de calidad.

Rama: Materiales

Herramientas en mal estado. Se identificó que algunas herramientas, presentaban desgaste y no cumplían su función adecuadamente. El constante uso y la falta de repuestos en almacén hacían que se retrasen sus cambios por herramientas nuevas o la reparación de las mismas. El caso particular de un bugui que necesariamente tenía que trabajar con la llanta desgastada por un mes, ya que no había repuesto en almacén y este en llegar a mina tardaba aproximadamente un mes. La lentitud de respuesta de la logística de Lima era lamentable. En estas condiciones el bugui no trabajaba en toda su capacidad retrasando la producción de la planta.

Rama: Medio ambiente

Contaminación de suelos. No existía una cultura de limpieza o acumulación de desperdicios en la planta, los desperdicios que se iban acumulando en un punto de acopio determinado, debía recogerse y trasladarse periódicamente al botadero autorizado por la mina. La acumulación excesiva de material contamina

el medio ambiente y además interfiere el tránsito del flujo debido a su mala ubicación.

Es importante considerar el subproceso de control de calidad desde el punto de vista de la productividad de la mano de obra, como se vio, el factor mano de obra repercute en gran medida no solamente en la productividad, sino además en la calidad, en los tiempos y en los costos. Es en esta etapa que incidimos debe tratarse con suma atención, puesto esta etapa de la producción del concreto es determinante.

4.3 EVALUACION DE RESULTADOS

Del análisis por el diagrama de Ishikawa hemos identificado las actividades que se pueden explotar, dentro de la teoría de restricciones significa aumentar la productividad a los niveles mayores a los estimados al iniciar el proyecto.

Durante el desarrollo de la producción y con ayuda de este diagrama nos ha permitido esclarecer cuales son las potenciales causas de la baja de productividad para cada uno de los subprocesos.

Del Subproceso N°01: Carguío de concreto a mixer

Tenemos las siguientes posibles causas:

- Inexperiencia de relevo del operador de planta
- Falla de planta dosificadora
- Falla de cargador frontal.
- Abastecimiento lento de tolva de agregados
- Agregados muy húmedos.
- Contaminación del aire.

Cada una de estas causas probables es cuantificable en campo, la recopilación de los datos se hizo en campo registrando diariamente cada una de ellas. En resumen se presenta la siguiente tabla, donde se muestra la incidencia de cada una. En los anexos correspondientes a este capítulo encontramos el detalle de los datos tomados en campo.

Tabla N° 4.4.- Causas probables del Subproceso N°01

Descripción de causa probable	Incidencia
· Inexperiencia de relevo del operador de planta	31
· Falla de planta dosificadora	7
· Falla de cargador frontal.	3
· Abastecimiento lento de tolva de agregados	79
· Agregados muy húmedos.	18

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la toma de datos se produjo bajo las siguientes condiciones:

- De manera diaria por el lapso de 180 días
- Especial énfasis en los vaciados masivos
- Consideraciones de turnos diurnos y nocturnos
- Datos considerando interferencia de clima como tormentas eléctricas. Disminuyen las horas efectivas de trabajo.
- El mismo número de personal para estas actividades.

Estos datos tomados los ordenamos y analizamos mediante el diagrama de Pareto para determinar las causas con mayor incidencia.

Ordenamos:

Tabla N° 4.5.- Incidencia de causas probables de Sub proceso N°01

Descripción de causa probable	Incidencia	Acumulado
· Abastecimiento lento de tolva de agregados	79	57.25%
· Inexperiencia de relevo del operador de planta	31	79.71%
· Agregados muy húmedos.	18	92.75%
· Falla mecánica de planta dosificadora	7	97.83%
· Falla mecánica de cargador frontal.	3	100.00%

Fuente: Elaboración propia

El Diagrama de Pareto se muestra a continuación:



Figura N° 4.12.- Diagrama de Pareto para subproceso N°01 (Fuente: Elaboración propia)

En consecuencia podemos afirmar que la causa principal de acuerdo a nuestro análisis es la demora por el abastecimiento lento de la tolva de agregados. La productividad en el carguío del mixer se ve afectada por que demora el traslado del agregado a la balanza de agregados para su pesaje. Hemos demostrado que la interferencia ocasionada por los volquetes y la inestabilidad de la rampa impacta en la productividad, pueden parecer detalles de coordinación o de diseño pero que como se ha demostrado influyen en la productividad de la planta.

El diagrama de Pareto nos sirve también para medir el impacto en la productividad de cada una de las causas. Las causas secundarias serán tratadas también con la importancia debida, y se propondrán propuestas que impactarán en la mejora de la productividad.

Del Subproceso N°02: Control de calidad de concreto

Tenemos las siguientes posibles causas:

- Demoras de carguío por inexperiencia del supervisor
- Falla de tambor giratorio de mixer
- Equipos de laboratorio descalibrados

- Demora por traslado de desperdicios a botadero
- Herramientas en mal estado
- Acumulación de desperdicios en zona de transito

Luego del análisis bajo las mismas condiciones que para el subproceso N°01, mostramos la incidencia de cada causa probable.

Tabla N° 4.6.- Causas probables del Subproceso N°02

Descripción de causa probable	Acumulado
Demoras de carguío por inexperiencia del supervisor	41
Falla mecánica de tambor giratorio de mixer	5
Equipos de laboratorio descalibrados	1
Demora por traslado de desperdicios a botadero	23
Herramientas en mal estado	2
Acumulación de desperdicios en zona de transito	10

Fuente: Elaboración propia

Ordenando:

Tabla N° 4.7.- Incidencia de causas probables de Sub proceso N°02

Descripción de causa probable	Incidencia	Acumulado
Demoras de carguío por inexperiencia del supervisor	41	50.00%
Demora por traslado de desperdicios a botadero	23	78.05%
Acumulación de desperdicios en zona de transito	10	90.24%
Falla mecánica de tambor giratorio de mixer	5	96.34%
Herramientas en mal estado	2	98.78%
Equipos de laboratorio descalibrados	1	100.00%

Fuente: Elaboración propia

De esta forma graficamos el Diagrama de Pareto:

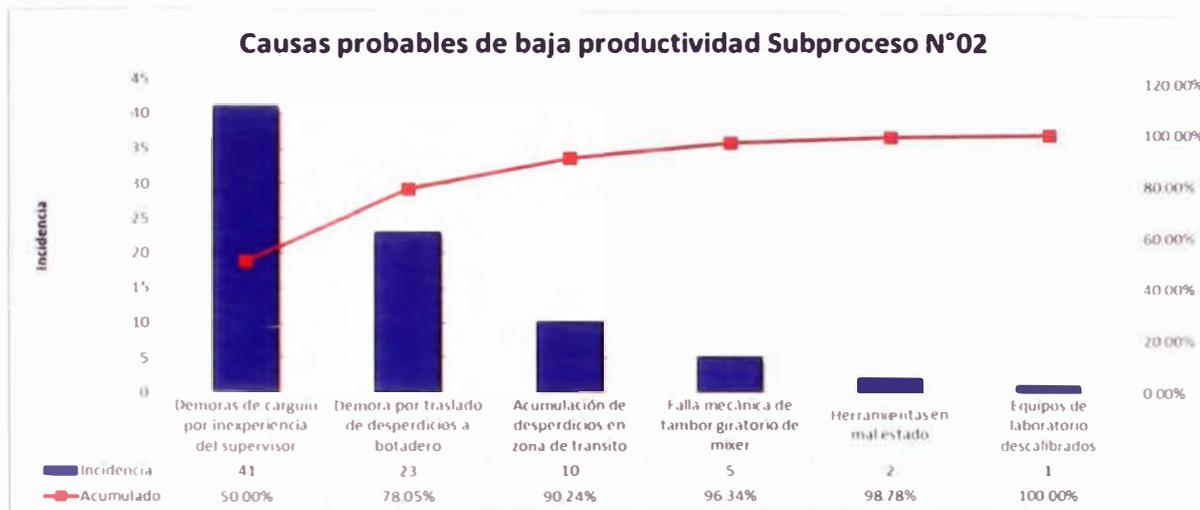


Figura N° 4.13.- Diagrama de Pareto para subproceso N°02 (Fuente: Elaboración propia)

La experiencia del supervisor se evidenciaba en cada vaciado masivo, era evidente ya que el encargado de esta labor no había laborado anteriormente exclusivamente en laboratorio de concreto, tenía experiencia en laboratorios de suelos. Esto le jugó en contra y habían en muchas ocasiones demoras por toma de decisiones.

Es bueno mencionar que estos subprocesos son los claves en la fabricación del concreto, cada uno de ellos aporta en la productividad total de la planta, además debemos hacer notar que este tipo de negocios, de planta concretera tiene características que si son explotadas pueden homogenizarse y pronunciar más aun la industrialización de las plantas. Esto impactara favorablemente en la empresa, generando valor al producto final en calidad, en productividad, y en costos.

4.4 PROPUESTAS DE MEJORA

La aplicación de las herramientas estadísticas nos han permitido vislumbrar el proceso e identificar las actividades que afectan la productividad de la planta de concreto. Al dividir el proceso principal de fabricación de concreto hemos identificado con mayor facilidad las falencias y las potenciales oportunidades de mejora.

El siguiente paso es integrar lo dividido desde el punto de vista de la mejora continua, a continuación se plantearán propuestas de mejora que servirán para aplicarse, sin embargo, debemos dejar presente que estas no son permanentes, porque el ciclo de producción es dinámico y por lo tanto cada actividad también lo es, en consecuencia el control continuo y la evaluación constante permitirán optimizar el proceso de fabricación de concreto.

Las propuestas siguientes son una primera iteración hacia el proceso de mejora continua:

1. Capacitación de personal de obra. La industria del concreto en el Perú tiene aproximadamente 60 años de existencia, además de acuerdo a lo experimentado podemos decir que el proceso no es complejo. Sin embargo, el personal debe ser preparado y entrenado en alguna carrera técnica básica para el manejo de los equipos. Esta es una tarea pendiente de las empresas dedicadas a este rubro, es evidente que en el Perú recién se está implementando las escuelas al interior de las empresas, las cuales tienen como objetivo elevar el nivel técnico de sus colaboradores. Si entendemos que el recurso humano es el motor de la empresa por el dinamismo que aporta, entenderemos lo importante que es capacitarlos. En la planta en estudio se evidenció la carencia de lo que mencionamos básicamente en dos obreros: el encargado de operar la planta (relevo) y el supervisor de calidad, resaltamos esto ya que estos encargados se encuentran dirigiendo actividades claves en el proceso de fabricación y su participación es muy importante. La capacidad técnica de cada uno es fundamental para la productividad de la Planta concretera. Para promover el desarrollo de las habilidades de cada uno de ellos se planteó lo siguiente:

Del operador de planta (relevo). Adecuar su permanencia en obra en los días que se encontraba el operador oficial, de tal manera que este lo capacite en el manejo. Se empezaron a ver buenos resultados durante la ausencia del operador oficial al mes de la capacitación. Lo negativo fue que se improvisó capacitación durante el proyecto.

Del supervisor de calidad. Su labor está relacionada con la experiencia, a mayor practica mayor desarrollo de sus habilidades. Esto se dio al recaer en el la responsabilidad de controlar la calidad del concreto en vaciados masivos importantes. Sus compañeros operadores de mixer con más experiencia en la empresa colaboraron en su desarrollo. Recordemos que el operador de mixer, además de transportar el concreto debe conocer las propiedades básicas del comportamiento del concreto, es parte de sus funciones verificar y advertir el estado del concreto que está transportando.

2. Reforzamiento de la rampa para el cargador frontal. En el subproceso N°01 se evidenció que la rampa para cargar la tolva de agregados presentaba inconvenientes de diseño, la plataforma no es lo suficientemente ancha para que el cargador frontal realice sus maniobras con el cucharón cargado. Esto trae como consecuencia que el cargador no cargue en su cucharón volúmenes mayores al 60% de su capacidad, es decir, 1.20 metros cúbicos lo que obliga al cargador dar mayores vueltas para cargar la tolva. Se reforzó la rampa en la parte frontal y en los laterales de dio un metro de ancho a cada lado del cargador.



Figura N° 4.14.- Derecha: Se muestra la separación de la parte frontal desgastada por el peso propio del cargador. Mal diseño de la rampa. Izquierda: Detalle de separación de la rampa. (Fuente: Archivo propio)



Figura N° 4.15.- Disposición final de la rampa. (Fuente: Archivo propio)

3. Reubicación de zona para desperdicios de concreto. Era necesario que cada mixer al terminar de pasar por el área de control de calidad se debía limpiar el chute como se muestra en la siguiente imagen y derivar al bugui por gravedad. Luego se tenía que llevar el bugui con estos residuos hacia el botadero. Lo que se hizo fue reubicar en un lugar más cerca a esta labor el lugar de acopio de estos desperdicios de concreto. Por lo tanto las horas hombre invertidas en este proceso de traslado se aprovecharon para agilizar el flujo del proceso. El control de calidad se hizo más rápido y esto impulso la rapidez en el despacho notoriamente.

Para determinar la efectividad del nuevo método analizamos los tiempos del supervisor de calidad en el subproceso de control de calidad el concreto. Los resultados fueron los siguientes:

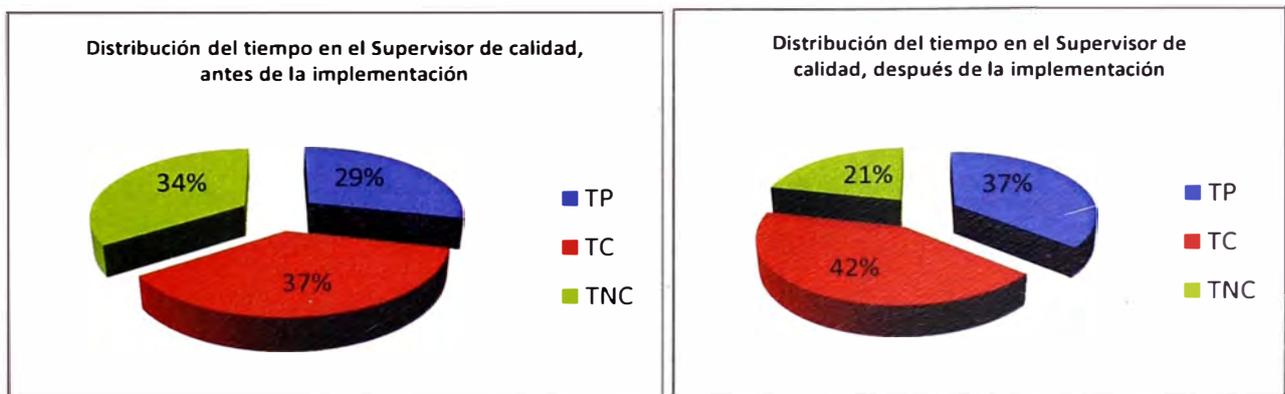


Figura N° 4.16.- Comparación de la distribución del tiempo del supervisor de calidad luego de reubicación. (Fuente: Elaboración propia)



Figura N° 4.17.- Nuevo lugar de acopio de desperdicios. (Fuente: Archivo propio)

4. Nivelación de terreno entre área de calidad y zona para desperdicios. La rapidez del flujo puede ser mejorada a partir de la mejora de las áreas de desplazamiento, limpiar el área, y brindar las condiciones para agilizar el traslado de materiales o desperdicios. Inicialmente el sector por donde trasladaba el supervisor de calidad con su bugui era un terreno fangoso y a desnivel, esto sumado a la carga que llevaba tenía que maniobrar de tal manera que no caiga lo que transportaba. Podemos apreciar los resultados de esta implementación en la gráfica de análisis de tiempos mostrado anteriormente. En coordinación con Cosapi, se programó la nivelación del terreno, y se mejoró el área de calidad. Mostramos algunas imágenes de esta implementación:



Figura N° 4.18.- Izquierda. Material proporcionado por Cosapi. Derecha. Motoniveladora distribuyendo el material. (Fuente: Archivo propio)



Figura N° 4.19.- Compactación de terreno en área de control de calidad. (Fuente: Archivo propio)

5. Cubrir los agregados del intemperismo Los agregados al estar expuestos a lluvias, varían su humedad, por lo tanto modifican negativamente las propiedades del concreto. Así mismo la temperatura del agregado influye en la temperatura del concreto. Es por estas razones que era obligatorio cubrir los agregados al final de cada jornada de trabajo para mantenerlos secos y a cierta temperatura, provocar un microclima entre la manta y el agregado. Es importante destacar el apoyo en este sentido de logística para la gestión oportuna de esta mantas, y luego de la inducción a los trabajadores se designó al operador de cargador frontal como responsable de organizar una cuadrilla entre sus compañeros a fin de jornada para cubrir el agregado. Los resultados de ensayos al concreto en estado endurecido demostraron la eficacia de este nuevo tratamiento a los agregados.

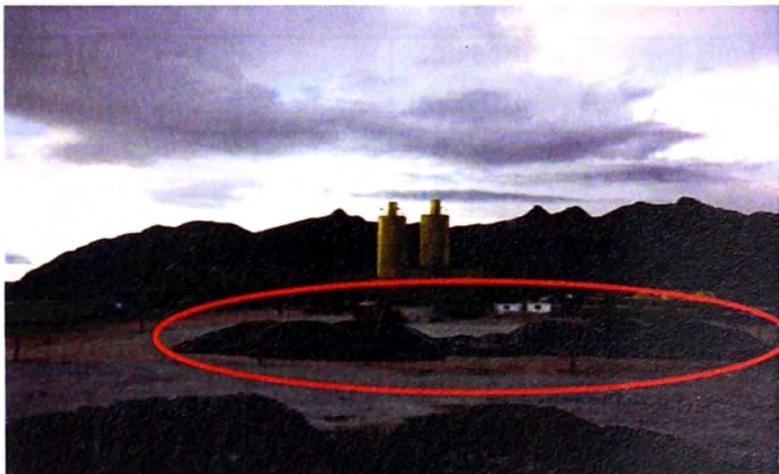


Figura N° 4.20.- Colocación de mantas para proteger agregados. (Fuente: Archivo propio)

4.5 ANALISIS DE TIEMPOS Y COSTOS

Al realizar el análisis e implementación de las propuestas para mejorar la planta, es necesario mencionar que este proceso de fabricación, también viene condicionado por la colocación del concreto en obra, los retrasos por diversas razones que se produzcan en el lugar de vaciado van a afectar la velocidad de producción generando tiempos muertos y gastos de horas hombre elevados. Esto nos motivó a hacer una minuciosa observación del tiempo que demora una cuadrilla de la empresa Cosapi en la colocación del concreto. Presentamos a continuación el rendimiento de una cuadrilla de 05 personas para elementos estructurales horizontales y verticales:

Tabla N° 4.8.- Rendimiento de cuadrilla para vaciado en elementos estructurales con bomba y sin bomba.

	Con bomba (m3/HH)	Sin bomba (m3/HH)
Elementos estructurales horizontales	4.9	2.8
Elementos estructurales verticales	3.2	1.6

Fuente: Elaboración propia

Estos valores se obtuvieron considerando elementos estructurales. Para elementos no estructurales como rellenos o solados, podemos considerar la siguiente tabla:

Tabla N° 4.9.- Rendimiento de cuadrilla para vaciado en elementos no estructurales con bomba y sin bomba.

	Con bomba (m3/HH)	Sin bomba (m3/HH)
Elementos no estructurales	8.8	5.6

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar esto ya que el ritmo de la producción de la planta lo determinan finalmente la cuadrilla de colocación de concreto, si el cliente considera esto, la velocidad de vaciado aumentará. Al mismo tiempo se debe mencionar que al implementar las propuestas de mejora en la planta la

capacidad de producción aumentó en un 30%, alcanzando picos de vaciado de 80 m³/h.

Considerando el rendimiento constante de la cuadrilla de colocación de concreto, se pudo medir en campo el tiempo antes y después que demanda la colocación de un mismo volumen de concreto, con la misma cantidad de mixer e igual número de personal. Los resultados fueron:

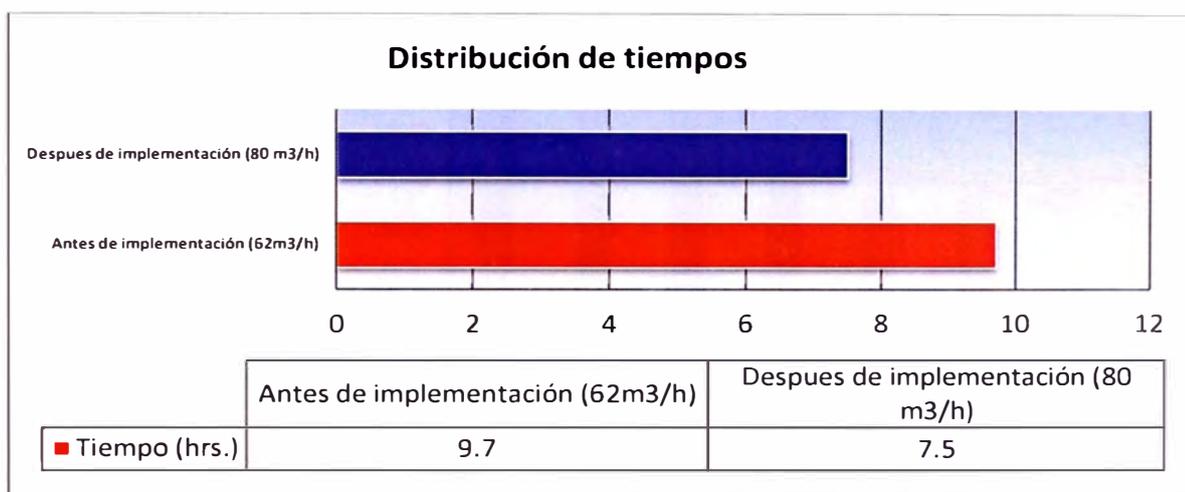


Figura N° 4.21.- Reducción de tiempos de vaciados. (Fuente: Oficina técnica de planta)

La reducción del tiempo de producción era notoria especialmente en los vaciados de gran volumen, esto a su vez, generaba ahorros en hora hombre. Así también nos hacía notar que habían algunos operadores que podían aportar en otras actividades, por ejemplo, el operador de cargador frontal podía dejar cargada la tolva de agregados, y en las condiciones óptimas, la tolva bien cargada rendía para 20 metros cúbicos de concreto. Una sugerencia es que uno de los requisitos adicionales de operar el cargador frontal puede ser que tenga conocimientos de mecánica, lo cual en sus ratos libres apoye en planta o controlando el mantenimiento de los mixer. Estaríamos prescindiendo del mecánico de planta, asimismo ya que el chequeo de la planta es eventual, el mismo operador de la planta debería tener conocimiento de electricidad industrial. Con esto también prescindiríamos del electricista de planta. Ciertamente, su trabajo en la planta es eventual.

Con la disminución de horas hombre por incremento en la rapidez del flujo de producción, el costo de producción disminuye. La siguiente figura muestra cuanto se redujo este costo para un mismo volumen de concreto producido, bajo las mismas condiciones. El costo de producción fue:

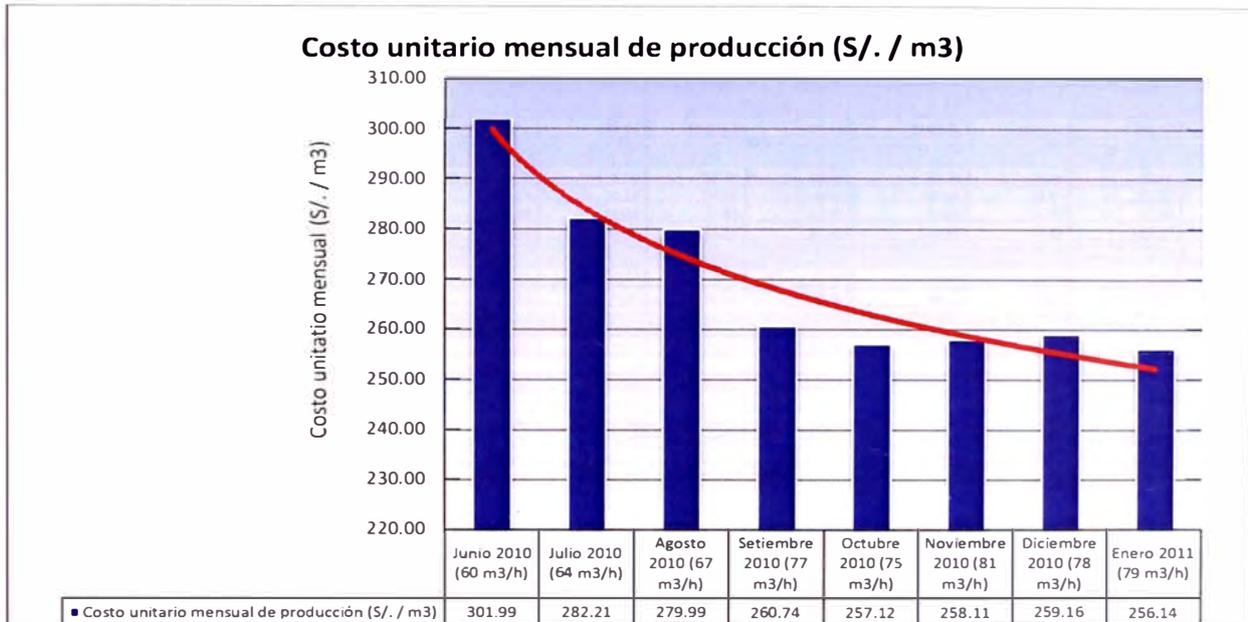


Figura N° 4.22.- Reducción de costos mensual de planta. (Fuente: Oficina técnica de planta)

Como se puede apreciar el costo disminuyó al aumentar la producción de la planta, la cual está relacionada con la rapidez de despacho al corregir las desviaciones encontradas. Así también podemos observar que entre los meses de Agosto - Setiembre, meses en los que se comienzan a implementar algunos cambios, el costo comienza a disminuir, a partir del mes de Octubre empieza a estabilizarse, recordemos también que es en estos meses en los que se produjeron los mayores volúmenes de vaciado y la planta alcanzó ratios de producción de 80 m³/h.

Así mismo presentamos a continuación un cuadro resumen del análisis de costos unitarios, el cual se elaboró tomando en consideración todos los gastos de obra, desde los exámenes médicos ocupacionales, costos de charlas de seguridad de la mina para el personal, costos de flete de los insumos, gastos indirectos, gastos del personal empleado, es decir, el análisis más detallado de los costos con los que funciona la planta de producción de concreto. El análisis es para un metro cubico de concreto.

Tabla N° 4.10.- Análisis de costo unitario del metro cúbico de concreto antes de implementación

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS - ANTES DE IMPLEMENTACIÓN

OBRA :	Ampliación Antamina	INICIO :	07-abr-10							
FECHA :	07-mar-10	PLAZO (MESES):	12							
VOLUMEN (M3) :	27,000.00	TIPO DE CAMBIO:	2.81							
UN TURNO DE 10 HORAS										
INSUMOS	UND	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO P100E57B slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P100E57B60 slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P300E57B44 slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P350E57B slump 4" a 6" S/./x m3				
INSUMOS			\$142.85	401.40	\$153.33	430.85	\$164.31	461.72	\$168.47	473.41
PRODUCCION	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
MANO DE OBRA			\$5.73	16.10	\$5.73	16.10	\$5.73	16.10	\$5.73	16.10
EQUIPO			\$5.23	14.69	\$5.23	14.69	\$5.23	14.69	\$5.23	14.69
EMPLEADOS			\$7.58	21.29	\$7.58	21.29	\$7.58	21.29	\$7.58	21.29
TOTAL			\$18.53	52.08	\$18.53	52.08	\$18.53	52.08	\$18.53	52.08
GASTOS ADMINISTRATIVOS	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
STAFF SERVICIOS.C.FINAN., INSPECCIONES,ETC.	MES	2,184.69	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44
TOTAL			\$0.16	0.44	\$0.16	0.44	\$0.16	0.44	\$0.16	0.44
TRANSPORTE	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
TOTAL COSTO TRANSPORTE	HM/m3		\$8.29	23.28	\$8.29	23.28	\$8.29	23.28	\$8.29	23.28
TOTAL COSTO DIRECTO			\$169.82	477.20	\$180.30	506.65	\$191.29	537.52	\$195.45	549.21
IMPREVISTOS	1%			3.58		3.80		4.03		4.12
GASTOS GENERALES LIMA			\$4.62	12.98	\$4.62	12.98	\$4.62	12.98	\$4.62	12.98
TOTAL COSTO			\$175.71	493.76	\$186.27	523.43	\$197.34	554.53	\$201.53	566.31
UTILIDAD	13.00%		\$13.00%	64.19	\$13.00%	68.05	\$13.00%	72.09	\$13.00%	73.62
VALOR VENTA A TODO COSTO			\$198.56	557.94	\$210.49	591.47	\$223.00	626.62	\$227.73	639.93

Tabla N° 4.11.- Análisis de costo unitario del metro cúbico de concreto después de implementación

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS - DESPUES DE LA IMPLEMENTACION

OBRA :	Ampliación Antamina	INICIO :	07-abr-10							
FECHA :	07-mar-10	PLAZO (MESES):	12							
VOLUMEN (M3) :	27,000.00	TIPO DE CAMBIO:	2.81							
UN TURNO DE 10 HORAS										
INSUMOS	UND	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO P100E57B slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P100E57B60 slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P300E57B44 slump 4" a 6" S/./x m3	COSTO P350E57B slump 4" a 6" S/./x m3				
INSUMOS			\$136.14	382.54	\$146.98	413.01	\$158.34	444.94	\$162.52	456.68
PRODUCCION	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
MANO DE OBRA			\$4.09	11.50	\$4.09	11.50	\$4.09	11.50	\$4.09	11.50
EQUIPO			\$4.72	13.26	\$4.72	13.26	\$4.72	13.26	\$4.72	13.26
EMPLEADOS			\$6.72	18.88	\$6.72	18.88	\$6.72	18.88	\$6.72	18.88
TOTAL			\$15.53	43.64	\$15.53	43.64	\$15.53	43.64	\$15.53	43.64
GASTOS ADMINISTRATIVOS	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
STAFF SERVICIOS.C.FINAN., INSPECCIONES,ETC.	MES	2,184.69	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44
TOTAL			\$0.16	0.44	\$0.16	0.44	\$0.16	0.44	\$0.16	0.44
TRANSPORTE	UND	P.U. S/.	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3	CANTIDAD	S/./x m3
TOTAL COSTO TRANSPORTE	HM/m3		\$7.16	20.11	\$7.16	20.11	\$7.16	20.11	\$7.16	20.11
TOTAL COSTO DIRECTO			\$158.98	446.73	\$169.82	477.20	\$181.19	509.13	\$185.36	520.87
IMPREVISTOS	1%			3.35		3.58		3.82		3.91
GASTOS GENERALES LIMA			\$4.62	12.98	\$4.62	12.98	\$4.62	12.98	\$4.62	12.98
TOTAL COSTO			\$164.79	463.06	\$175.71	493.76	\$187.16	525.93	\$191.37	537.75
UTILIDAD	13.00%		\$13.00%	60.20	\$13.00%	64.19	\$13.00%	68.37	\$13.00%	69.91
VALOR VENTA A TODO COSTO			\$186.21	523.26	\$198.56	557.94	\$211.49	594.30	\$216.25	607.66

"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la Unidad Minera Antamina"

Bach. Laura Portugal, Cristhian Felix

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El estudio realizado a la producción de concreto premezclado ha permitido identificar causas comunes de baja productividad en estas actividades. Mediante variables que se estudiaron, se ha permitido medir y mejorar las actividades restrictivas en la fabricación del concreto. Las mejoras se reflejaron en mayor producción, concreto de mejor calidad, reducción de costos y tiempos. Así también, es importante resaltar la influencia de las condiciones que surgen al estar ubicado dentro de una mina. A continuación se muestra los principales problemas identificados, las medidas implementadas y las consecuentes mejoras registradas:

Cuadro N° 5.1.- Problemas identificados, medidas tomadas y mejoras

Problemas identificados	Medidas tomadas	Mejoras
Inexperiencia de relevo del operador de planta	Capacitación de personal de obra.	De los 12-13 minutos que demandaba cada carguío de mixer, se logró estabilizar en 8 minutos.
Falla de planta dosificadora, cargador frontal, mixer y equipos de laboratorio	Mejor control por intermedio de formatos y fechas de cumplimiento estricto. Se coordina con Departamento de equipos de Lima	Se redujeron las frecuencias de las atenciones por fallas mecánicas comunes. No se presentaron paralizaciones de producción por este motivo.
Abastecimiento lento de tolva de agregados	Reforzamiento de la rampa para el cargador frontal.	La productividad del cargador frontal impactó favorablemente en un 20% a la productividad de planta, al mejorarse la rampa de acceso a la tolva de agregados se incrementó el volumen de agregado cargado hacia la balanza. Así mismo se eliminó la interferencia de volquetes al habilitárseles un área de estacionamiento de espera; hasta que el operador de cargador frontal autorice el ingreso.

Problemas identificados	Medidas tomadas	Mejoras
Agregados muy húmedos.	Cubrir los agregados del intemperismo.	Se logró producir un concreto de mejor calidad, así como un aprovechamiento más eficiente del agua para la preparación del concreto.
Contaminación del aire	Colocación de cobertura alrededor de boquilla de conexión Planta – Mixer.	Se redujo notoriamente la polución en el área de trabajo.
Demoras producidas por el traslado de desperdicios a botadero	Mejoramiento de acceso hacia botadero.	Al reducir el tiempo de recorrido del supervisor de calidad, se aprovecha el tiempo contributivo de éste, agilizando la salida de los mixer a obra.
Herramientas en mal estado	Implementación de inspecciones mensuales por el área de seguridad. (El color del mes)	Identificación de herramientas en mal estado e internamiento de las mismas en taller.
Acumulación de desperdicios en zona de tránsito	Reubicación de zona para desperdicios de concreto.	Mejoró el desplazamiento en el proceso de carguío y control de calidad

2. Las mejoras implementadas en la planta lograron reducir tiempos innecesarios, aumentar la calidad del concreto producido y reducir costos de producción. La productividad de la planta se incrementó en un 30% de su capacidad de producción inicial, sin bien es cierto que no se alcanzó la producción nominal de 100m³/h, la producción se equilibró en 80 m³/h, lo cual es suficiente para proyectos de estas características.

3. El tiempo efectivo de producción se redujo en un 29.3% del tiempo inicial. En esta reducción de tiempo el reforzamiento de la rampa impactó en un 45%, ya que el cargador frontal desarrollaba toda su capacidad de carguío, el otro porcentaje estuvo en la nivelación del terreno que agilizó el desplazamiento hacia el botadero de desperdicios y en la reubicación del punto de acopio de desperdicios.

4. Como consecuencia de las mejoras implementadas en la planta, el costo total se redujo aproximadamente en un 12.3% por metro cúbico de concreto producido. Este costo se puede ajustar aún más, si aprovechamos las facultades de cada personal de obra, se notó que habían algunos trabajadores que tenían tiempos improductivos siendo el operador del cargador frontal uno de ellos, este trabajador, si tiene conocimientos de mecánica puede apoyar en la labor de mecánico de planta reduciéndose de esta forma el costo de la mano de obra.

5. El tiempo que demandan las charlas de seguridad y otros similares debe considerarse en el análisis cuando se traten de trabajos en proyectos donde se incida mucho en la seguridad, tales como las unidades mineras. Los trabajos en mina valoran más la Seguridad del trabajador que el avance de la Producción.

6. En este proyecto las bajas temperaturas y las tormentas eléctricas fueron factores determinantes. En el segundo caso de acuerdo a la severidad de la tormenta, la producción se paralizaba. Esto exige que durante un vaciado, el cliente solicite el concreto con mayor coordinación.

7. La ubicación y la potencia del agregado extraído de la cantera en Conococha (a 2 horas de la mina) no perjudicó en ningún momento el despacho del concreto. Sin embargo las mejoras que se pudieran implementar en la cantera va a impactar positivamente en la productividad de la planta. Es decir que la productividad de la planta de agregados, su análisis y mejora es importante. Se tiene una productividad pasiva.

8. La mejora de la productividad en la planta de concreto se inicia con la implementación de nuevos métodos de trabajo. El propio dinamismo de la planta y las nuevas necesidades de la obra desgastarán estos métodos por lo que periódicamente debe realizarse una retroalimentación del proceso de fabricación. Las nuevas causas deben constituir nuevos motivos de análisis, resultados e implementación de nuevas propuestas de mejora.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda conocer el proceso a detalle para poder identificar actividades que restringen la productividad de una planta de concreto.
2. Se recomienda capacitar mejor al personal que desarrollarán labores importantes en una Planta de producción de Concreto Premezclado.
3. Se sugiere a las empresas concreteras tener un diseño modelo de todos los elementos para el montaje e instalación de las plantas. La distribución de la planta, de las oficinas, del laboratorio, son muy importantes para la productividad que desarrolle.
4. Se sugiere que la programación de concreto de vaciados presente la menor variabilidad posible, puesto que esto permite al mismo tiempo programar el uso de los recursos suficientes y necesarios para la producción del concreto satisfaciendo al cliente y reduciendo costos.
5. Se sugiere al encargado de la planta de concreto mantener el stock necesario de acuerdo a una programación enviada por el cliente, de manera tal de evitar imprevistos de último momento, considerar las condiciones para abastecer a un lugar alejado como la mina.
6. Es importante tener presente que las normas de seguridad y medio ambiente se extienden a las sub contratadas. En el caso de accidentes y/o incidentes es necesaria la participación de todos los involucrados para las investigaciones del caso.
7. Se recomienda establecer en el costo contractual del concreto, un adicional para el caso de reforzamiento y/o habilitación de mejoras en la planta.
8. Se recomienda cumplir con los programas de mantenimiento preventivos. Así también es importante que el solicitante del concreto debe tener conocimiento de la programación de mantenimientos de todos los equipos de la planta a fin de que lo tenga en cuenta para la programación de sus vaciados.

BIBLIOGRAFIA

BARNES, Ralph. Estudio de movimientos y tiempos. California, 1979.

CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México: Prentice Hall, 2006.

CHASE, Richard. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Delaware: Addison – Wesley Iberoamericana, 1994.

FIRVIDA, Eduardo. Dirección de Obras. Buenos Aires: Editorial Universidad Católica de Argentina, 2010.

GHIO, Virgilio. Productividad en obras de construcción. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 1996.

KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. California, 2010.

NORIEGA, María Teresa. Técnicas para el estudio del trabajo. Lima: Fondo de desarrollo editorial Universidad de Lima, 2000.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, Introducción al estudio del trabajo. Ginebra: OIT, 1983.

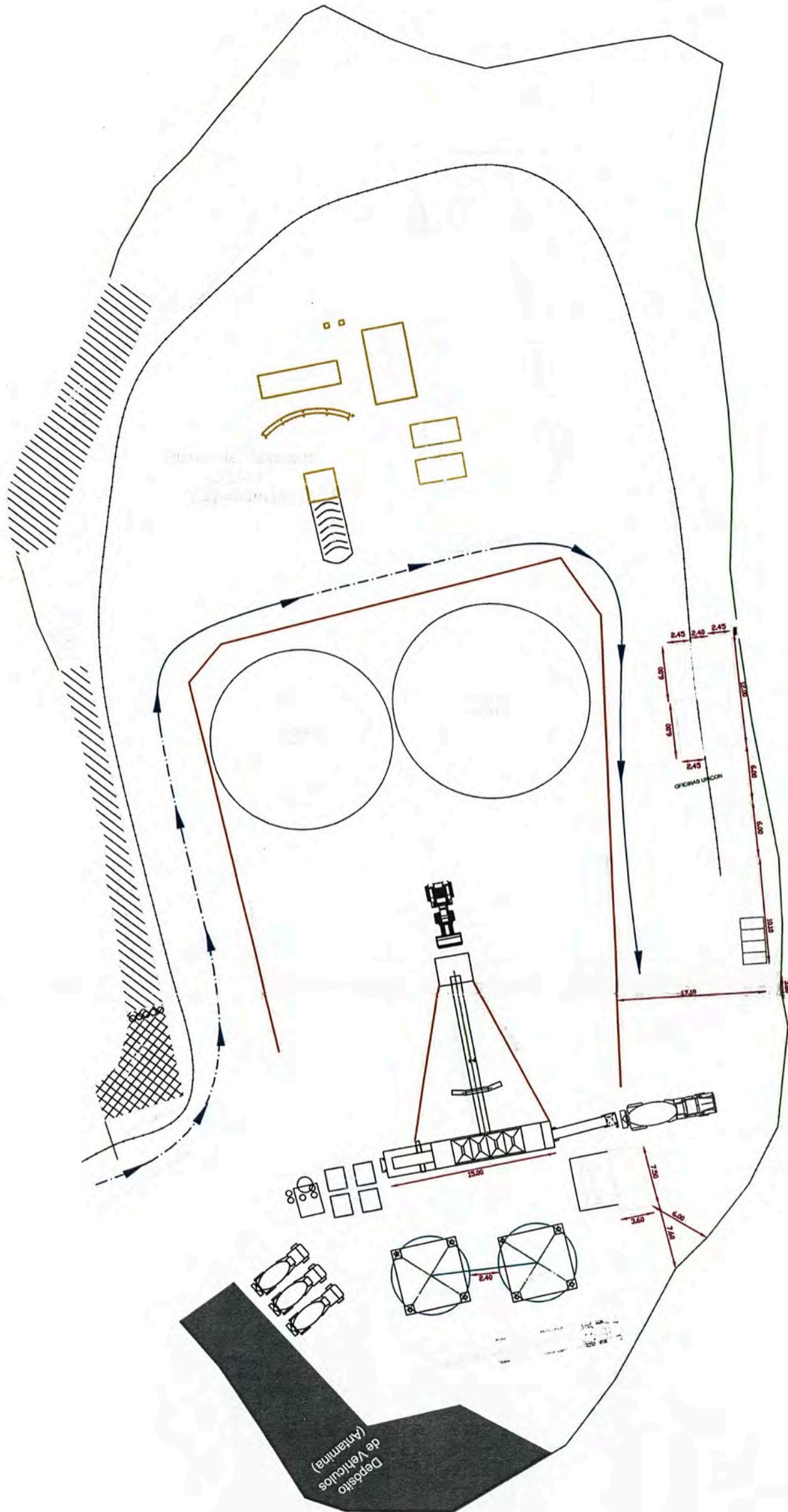
PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos. Pensilvania: Project Management Institute, 2004.

Suplemento Técnico, Revista Costos Perú, 227 (Febrero 2013).

ANEXOS

CAPITULO II: HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

LAYOUT DE PLANTA DE CONCRETO



 LAYOUT PATIO AMARILLO	
PLANTA ANTIMINA	
ESCALA:	INDICADA
UBICACION:	ANCASH - SAN MARCOS - YANACANCHA
FECHA:	JUNIO 2010
NOTA:	Todas las medidas están en metros.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO

FRECUENCIA DE PLANES PREVENTIVOS DE EQUIPOS DE PLANTA DE CONCRETO: MIXER, BOMBA DE CONCRETO Y CARGADOR FRONTAL

FRECUENCIA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MINA

ITEM	EQUIPOS	Parametros de medida	Tolerancia Permisible	FRECUENCIA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MINA											
				A	B	A	C	A	B	A	C	A	B	A	D
1	MIXER	Horas (h.)	+ / - 50%	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600
2	BOMBAS	Horas (h.)	+ / - 50%	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600

ITEM	EQUIPOS	Parametros de medida	Tolerancia Permisible	FRECUENCIA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MINA							
				A	B	A	C	A	B	A	D
3	CARGADORES	Horas (h.)	+ / - 50%	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000

Fuente: UNICON

**REPORTE DE DIAGNOSTICO PARA BOMBA DE
CONCRETO, MIXER VOLKSWAGEN Y CARGADOR
FRONTAL KOMATSU WA200.**

Diagnostic Report For MP B BB 28, 31, 80, 81
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
BOM029			000-002	
BOM028			000-002	
BOM030			000-002	
BOM031			000-002	
BOM080			000-002	
BOM081			000-002	

Diagnostics:

- Cambiar aceite de motor
- Cambiar filtro de aceite de motor
- Cambiar filtro de combustible
- Cambiar filtro separador de combustible.
- Cambiar filtro de agua
- Cambiar filtro de aire
- Verificar aspiración de motor y ductos del sistema
- Revisar estado y tensión de fajas
- Revisar nivel de líquido refrigerante
- Revisar si existen fugas y/o filtraciones en el sistema de refrigeración y sistema de combustible
- Revisar fijación del motor
- Limpieza del radiador (sopleteado)

- Revisar nivel de aceite de caja de cambios, rellenar si fuera necesario
- Revisar estado de junta cardan y unión de bridas

- Revisar carga del compresor.
- Revisar nivel de aceite en el compresor.
- Limpiar filtro de aire del compresor.
- Limpiar el enfriador de aceite del compresor.

- Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- Revisar conexiones del sistema neumático
- Revisar estado de forro de zapatas
- Revisar estado de los neumáticos
- Revisar ajuste de las tuercas de sujeción de las ruedas

- Revisar nivel del aceite de dirección, agregar si fuera necesario
- Revisar nivel de aceite de corona, agregar si fuera necesario

- Revisar que los respiraderos no se encuentren taponeados (de tanques de combustibles)
- Revisar fijación de pernos de chasis
- Engrase general.

- Revisar sistema eléctrico
 - Instrumentos
 - Luces

Diagnostic Report For MP B BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- Tableros de mando y control

- Revisar nivel de electrolito
- Revisar sistema de luces
- Revisar estado de cables de batería

- Revisar el nivel de aceite hidráulico, cambiar si fuera necesario
- Revisar el nivel del agua en el deposito de agua.
- Revisar el filtro hidráulico, parte pluma, cambiar si fuera necesario
- Revisar el filtro hidráulico de bombeo, cambiar si fuera necesario
- Revisar grado de suciedad en la caja de agua de la bomba de hormigón, cambiar agua en caso necesario
- Lubricar puntos de engrase de corredera rock, de cilindro de cambio y de agitador
- Revisión visual respecto a defectos exteriores en las plumas, batea, bomba de concreto, etc.
- Verificar el funcionamiento de los dispositivos de mando, de control, de seguridad y de servicio de emergencia.
- Inspeccionar si existen fugas hidráulicas, en las mangueras de presión o en sus terminales roscados.
- Verificar el nivel de aceite del motor de giro de pluma
- Verificar nivel de aceite de caja de distribución. (En la toma fuerza que acciona la bomba hidráulica).
- Verificar nivel de aceite de la caja de transferencia (Rellenar si fuera necesario).

- Verificar ajuste de válvulas limitadoras de presión

Sistema Hidráulico de Bombeo	330 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Pluma	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Compresor	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Bomba de Agua	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico del Agitador	200 Bar máx.

- Lubricar cojinetes del cuello de la columna de la pluma y cremalleras del accionamiento de giro
 - Limpiar el enfriador hidráulico.
 - Purgar el agua de condensación del deposito del aceite hidráulico.
 - Verificar el apriete de tornillos del cuerpo de giro de corredera rock
 - Revisar juego en la dirección axial de la tuerca del ajuste del árbol giratorio de la corredera rock (juego de 1,5 a 2mm.)
 - Verificar el apriete de tornillos del cuerpo de giro de corredera rock
 - Verificar estado del sistema Rock
 - Lubricar puntos de engrase de corredera rock, de cilindro de giro y de agitador
 - Lubricar los árboles articulados del accionamiento de la bomba hidráulica
 - Lubricar articulaciones de la pluma de distribución y soportes
 - Lubricar las boquillas de engrase de la pluma y de los estabilizadores.
 - Lubricar el cojinete del mecanismo de rotación.
 - Revisar nivel de aceite del engranaje del mecanismo de rotación (agregar si fuese necesario).
 - Comprobar que el mecanismo de rotación esté bien asegurado
-
- Engrase general del grupo de bombeo y la pluma
 - Verificar ajuste de tornillos de fijación, del bastidor auxiliar, de la pluma de distribución, de los cilindros diferenciales y de bombeo
 - Verificar la fijación de los émbolos de transporte.
 - Chequear posibles atores con concreto en la tuberías de la pluma desmontando los codos del 90°
 - Revisión de espesores de tubería de la pluma (Tubería especial).

Diagnostic Report For MP B VW

Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
CUS010			000-002	
CAM293			000-002	
		VOLKSWAGEN CAM 26.260	000-002	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite de motor
- () Cambiar elemento de filtro de aceite
- () Cambiar elemento filtrante de combustible
- () Cambiar filtro separador de combustible
- () Cambiar filtro del sistema de refrigeración
- () Cambiar filtro de aire exterior
- () Revisar estado y tensión de faja (deflexión admitida: 9.5 a 12.7 mm)
- () Revisar estado del sistema de escape
- () Revisar tuberías del sistema de admisión
- () Revisar tuberías de aceite y de combustible
- () Revisar posibles fugas de aceite en el motor, caja de cambio, reenvío, eje delantero motriz
- () Revisar el estado y funcionamiento del freno de motor
- () Revisar nivel del líquido refrigerante, rellenar si fuese necesario
- () Limpiar el radiador del motor (sopletear)
- () Revisar fijación de motor: ajustar los soportes de goma
- () Revisar nivel del líquido de embrague, rellenar si fuese necesario

- () Revisar nivel de aceite de dirección, rellenar si fuese necesario
- () Verificar la Dirección, fijación al chasis
- () Verificar el desgaste de los forros de las zapatas de freno a través de la abertura de inspección
- () Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- () Regular frenos
- () Lubricar reguladores de freno
- () Limpieza exterior de los respiraderos
- () Revisar el estado y posibles fugas en los sistemas neumáticos
- () Drenar tanque de aire de frenos

- () Revisar estado y fijación de amortiguadores y barra estabilizadora
- () Revisar nivel de aceite de caja de cambio, rellenar si fuese necesario
- () Revisar nivel de aceite del eje trasero, rellenar si fuese necesario
- () Revisar el soporte central de la suspensión trasera
- () Revisar estado de hojas de muelles y abrazaderas

- () Revisar junta de cardan y fijación de las bridas
- () Revisar luz larga / corta, luces de freno, estacionamiento, intermitentes, indicadores laterales
- () Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías
- () Engrase general, todos los puntos lubricados a través de los engrasadores

- () Revisar estado de los neumáticos
- () Revisar ajuste de tuercas de fijación de las ruedas

- () Engrasar mezclador: eje cardan, reductor, rodillos, pista de rodamiento

Diagnostic Report For MP B VW
Union de Concreteras - UNICON

- Limpieza de radiador hidráulico (sopletear)
- Revisar fijación de reductor, mezcladora-chasis, tanque de agua, rodillos, bases (Retorquear)
- Revisión del sistema hidráulico de mezclador (fugas, daños, corrosión, mangueras etc)
- Revisar nivel de aceite reductor, rellenar si fuese necesario
- Revisar nivel de aceite hidráulico de mezclador, rellenar si fuese necesario
- Verificar funcionamiento del contador de agua del mezclador

SISTEMA TRIMBLE (Aplica solo a las unidades que tienen el sistema instalado)

- Verificar estado de Antena
- Revisar estado del sensor de rotación
- Revisar en pantalla el correcto funcionamiento de los sensores
- Verificar que se encuentren instalados los 3 magnetos en el mezclador
- Verificar separación de 1/2" a 3/4" entre el sensor de rotación y los magnetos
- Verificar que se encuentre conectado y asegurado el cable al sensor de lavado
- Verificar estado del cable de la Pantalla MDT
- Verificar si se está recibiendo y enviando los mensajes a través de la pantalla
- Verificar si se está reportando los estados del ciclo en pantalla
- Verificar si hay algún defecto en la cablería del sistema

Diagnostic Report For MP B KOMATSU WA200
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
		KOMATSU CAR WA 200	000-002	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite del motor (Rimula Super 15W40). 4.09 Glns.
- () Realizar muestreo de aceite de motor.
- () Cambiar filtro de aceite del motor (LF-16006). 1
- () Cambiar filtro de combustible (6754-79-6130) 1
- () Cambiar pre-filtro de combustible (600-319-3610) 1
- () Cambiar filtro separador de agua. (WF-2088) 1
- () Cambiar filtro de Trans. Hidrostatica (418-18-34-160). 1
- () Limpiar filtro primario de aire (Cambiar si fuera necesario).
- () Limpiar filtro secundario de aire (Cambiar si fuera necesario).
- () Limpieza del radiador.
- () Revisar tensión de faja de motor.

- () Revisar el nivel del tanque hidráulico.
- () Revisar freno de parqueo (estacionario)
- () Revisar acumulador
- () Revisar ajuste de pernos de las llantas

- () Lubricación general.

- () Revisar nivel de electrolito de la batería
- () Revisión general del sistema eléctrico.

- () Limpieza general.

Diagnostic Report For MP C BB 28, 31, 80, 81

Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
BOM028			000-003	
BOM029			000-003	
BOM030			000-003	
BOM031			000-003	
BOM080			000-003	
BOM081			000-003	

Diagnostics:

- Cambiar aceite de motor
- Cambiar filtro de aceite de motor
- Cambiar filtro de combustible
- Cambiar filtro separador de combustible.
- Cambiar filtro de agua
- Cambiar filtro de aire
- Cambiar líquido refrigerante
- Cambiar filtro de agua
- Verificar aspiración de motor y ductos del sistema
- Revisar si existen fugas y/o filtraciones en el sistema de refrigeración y sistema de combustible
- Revisar fijación del motor
- Revisar estado y tensión de fajas
- Revisar presión de aceite de motor
- Limpieza del radiador (sopleteado)
- Revisar inyectores
- Limpieza del tanque de combustible
- Medición de OPACIDAD

- Revisar nivel de aceite de caja de cambios, rellenar si fuera necesario.
- Revisar si existen fugas de aceite en la caja de cambios y diferencial.
- Revisar estado de junta cardan y unión de bridas.
- Revisar estado del disco de embrague.
- Revisar y/o corregir estado bridas de cardan y ajuste de tuercas de reenvió

- Revisar carga de compresor y fugas de aceite en el sistema
- Revisar nivel de aceite en el compresor, cambiar si fuera necesario.
- Revisar filtro de aceite del compresor, cambiar si fuera necesario.
- Revisar filtro de aire del compresor, cambiar si fuera necesario.
- Limpiar el enfriador de aceite del compresor.
- Purgar agua condensada de tanques de aire

- Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- Revisar conexiones del sistema neumático
- Revisar estado de forro de zapata y fugas en el sistema
- Revisar estado de los neumáticos
- Revisar ajuste de las tuercas de sujeción de las ruedas

Diagnostic Report For MP C BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- () Revisar nivel del aceite de dirección, rellenar si fuera necesario
- () Cambiar filtro de dirección
- () Inspeccionar fugas o filtraciones en el sistema de dirección
- () Engrase general

- () Revisar sistema eléctrico
 - Instrumentos
 - Luces
 - Tableros de mando y control
- () Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías.
- () Revisar estado de cables de batería
- () Revisión general de luces

- () Revisar el nivel del aceite hidráulico
- () Dializar aceite hidráulico (aproximadamente entre 1.5 a 2 horas)
- () Realizar muestreo de aceite hidráulico.
- () Limpiar el filtro hidráulico de bombeo y cambiar si fuera necesario
- () Limpiar el filtro hidráulico, parte pluma, y cambiar si fuera necesario
- () Revisar grado de suciedad en la caja de agua de la bomba de hormigón, cambiar agua en caso necesario
- () Revisión visual respecto a defectos exteriores en las plumas, batea, bomba de concreto, etc.
- () Verificar el funcionamiento de los dispositivos de mando, de control, de seguridad y de servicio de emergencia.
- () Lubricar puntos de engrase de corredera rock, de cilindro de cambio y de agitador
- () Inspeccionar si existen fugas hidráulicas, en las mangueras de presión o en sus terminales roscados.
- () Verificar el ajuste de las válvulas mariposas
- () Verificar componentes de desgaste, plancha de anteojos, anillo corte tubo rock.
- () Verificar nivel de aceite de caja de distribución. (En la tomafuerza que acciona la bomba hidráulica).
- () Revisar nivel de aceite de la caja de transferencia, agregar si fuera necesario.
- () Verificar cardan y crucetas de caja de transferencia a bombas hidráulicas
- () Engrase del giro de la pluma
- () Verificar ajuste de válvulas limitadoras de presión

Sistema Hidráulico de Bombeo	330 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Pluma	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Compresor	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico de Bomba de Agua	300 Bar máx.
Sistema Hidráulico del Agitador	200 Bar máx.

- () Purgar el agua de condensación del deposito del aceite hidráulico.
- () Comprobar el nivel de aceite en el engranaje reductor del agitador.
- () Verificar el apriete de tornillos del cuerpo de giro de corredera rock.
- () Lubricar los árboles articulados del accionamiento de la bomba hidráulica.
- () Lubricar articulaciones de la pluma de distribución y soportes.
- () Revisar nivel de aceite del engranaje del mecanismo de rotación, agregar si fuera necesario.
- () Lubricar las boquillas de engrase de la pluma y de los estabilizadores.
- () Lubricar el cojinete del mecanismo de rotación.
- () Comprobar que el mecanismo de rotación esté bien asegurado.
- () Revisar juego en la dirección axial de la tuerca del ajuste del árbol giratorio de la corredera rock (juego de 1,5 a 2mm.).

Diagnostic Report For MP C BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- () Verificar ajuste de tornillos de fijación, del bastidor auxiliar, de la pluma de distribución, de los cilindros diferenciales y de los cilindros de bombeo.
- () Verificar la fijación de los émbolos de transporte.
- () Verificar estado del sistema Rock.
- () Revisión de espesores de la tubería de la pluma (Tubería especial).
- () Engrase general del grupo de bombeo y la pluma.
- () Limpiar el enfriador hidráulico.
- () Limpieza general de la unidad.

Diagnostic Report For MP C VW
Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
CAM292			000-003	
		VOLKSWAGEN CAM 26.260	000-003	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite de motor [Rimula Super 15w40]
- () Cambiar elemento de filtro de aceite
- () Cambiar elemento filtrante de combustible
- () Cambiar filtro separador de combustible
- () Cambiar filtro del sistema de refrigeración
- () Cambiar de filtro de aire exterior
- () Cambiar filtro de aire interior
- () Revisar estado y tensión de faja (deflexión admitida: 9.5 a 12.7 mm)
- () Revisar estado del sistema de escape
- () Revisar tuberías del sistema de admisión
- () Revisar tuberías de aceite y de combustible
- () Revisar posibles fugas de aceite en el motor, caja de cambio, reenvío, eje delantero motriz
- () Revisar el estado y funcionamiento del freno de motor
- () Revisar nivel del líquido refrigerante, rellenar si fuese necesario
- () Limpiar el radiador del motor (sopletear)
- () Revisar fijación de motor: ajustar los soportes de goma
- () Cambiar líquido de embrague
- () Regular holgura de válvulas

- () Medición de OPACIDAD

- () Revisar nivel de aceite de dirección, rellenar si fuese necesario
- () Verificar la Dirección, fijación al chasis

- () Verificar el desgaste de los forros de las zapatas de freno a través de la abertura de inspección
- () Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- () Regular frenos
- () Lubricar reguladores de freno
- () Drenar tanque de aire de frenos
- () Limpieza exterior de los respiraderos
- () Revisar el estado y posibles fugas en los sistemas neumáticos

- () Revisar estado y fijación de amortiguadores y barra estabilizadora
- () Revisar el soporte central de la suspensión trasera
- () Revisar estado de hojas de muelles y abrazaderas

- () Cambiar aceite de caja de cambio [Rimula R2 SAE 50]
- () Cambiar aceite de corona

- () Verificar estado de buje de goma de la suspensión (retirando la tapa de chumacera central)
- () Revisar junta de cardan y fijación de las bridas

Diagnostic Report For MP C VW
Union de Concreteras - UNICON

- Revisar luz larga / corta, luces de freno, estacionamiento, intermitentes, indicadores laterales
- Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías

- Verificar buen estado de escobillas del alternador

- Engrase general, todos los puntos lubricados a través de los engrasadores
- Revisar estado de los neumáticos
- Revisar ajuste de tuercas de fijación de las ruedas

- Limpieza de radiador hidráulico (sopletear)
- Revisión del sistema hidráulico de mezclador (fugas, daños, corrosión, mangueras etc)
- Revisar nivel de aceite reductor, rellenar si fuese necesario
- Cambiar aceite hidráulico
- Cambiar filtro hidráulico

- Engrasar mezclador: eje cardan, reductor, rodillos, pista de rodamiento
- Revisar fijación de reductor, mezcladora-chasis, tanque de agua, rodillos, bases (Retorquear)
- Revisión de paletas y cintas del mezclador (desgaste y limpieza)
- Verificación del número de vueltas del mezclador
- Verificar funcionamiento del contador de agua

Sistema Trimble (Aplica solo a las unidades que tienen el sistema instalado)

- Verificar estado de Antena

- Revisar estado del sensor de rotación
- Revisar en pantalla el correcto funcionamiento de los sensores
- Verificar que se encuentren instalados los 3 magnetos en el mezclador
- Verificar separación de 1/2" a 3/4" entre el sensor de rotación y los magnetos

- Verificar que se encuentre conectado y asegurado el cable al sensor de lavado

- Verificar estado del cable de la Pantalla MDT
- Verificar si se esta recibiendo y enviando los mensajes a través de la pantalla
- Verificar si se esta reportando los estados del ciclo en pantalla

- Verificar si hay algún defecto en la cablería del sistema

Diagnostic Report For MP C KOMATSU WA200
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
		KOMATSU CAR WA 200	000-003	
Diagnostics:				
()	Cambiar aceite del motor (Rimula Super 15W40).		4.09 Glns.	
()	Realizar muestreo de aceite de motor.			
()	Cambiar filtro de aceite del motor	(LF-16006).	1	
()	Cambiar filtro de combustible	(6754-79-6130)	1	
()	Cambiar pre-filtro de combustible	(600-319-3610)	1	
()	Cambiar filtro separador de agua.	(WF-2088)	1	
()	Cambiar filtro sep. Racor	(FS-20403)	1	
()	Cambiar filtro primario de aire	(AF-25957)	1	
()	Cambiar filtro secundario de aire	(AF-25618)	1	
()	Revisar tensión de faja de motor.			
()	Revisar sistema de admisión (Si existen fugas, hermetizar).			
()	Revisar la faja del alternador (Tensión, reemplazar si fuera necesario).			
()	Limpieza del radiador y cooler.			
()	Realizar Prueba de Opacidad.			
()	Cambiar aceite de la caja de transmisión			
()	Cambiar filtro de Trans. Hidrostatica	(418-18-34-160).	1	
()	Cambiar filtro Hidrostatico	(417-18-34130).	1	
()	Realizar muestreo de aceite de transmisión			
()	Limpiar respiradero de la caja de transmisión.			
()	Realizar muestreo de aceite de eje delantero.			
()	Realizar muestreo de aceite de eje posterior.			
()	Cambiar filtro Hidráulico	(419-60-35152).	1	
()	Realizar muestreo de aceite hidráulico.			
()	Revisar el nivel del tanque hidráulico.			
()	Revisar freno de parqueo (estacionario)			
()	Revisar acumulador			
()	Revisar ajuste de pernos de las llantas			
()	Revisar nivel de electrolito de la batería			
()	Revisión general del sistema eléctrico			
()	Lubricación general.			
()	Limpieza general.			

Diagnostic Report For MP D BB 28, 31, 80, 81
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
BOM028			000-004	
BOM029			000-004	
BOM030			000-004	
BOM031			000-004	
BOM080			000-004	
BOM081			000-004	

Diagnostics:

- Cambiar aceite de motor
- Cambiar filtro de aceite de motor
- Cambiar filtro de combustible
- Cambiar filtro separador de combustible.
- Cambiar filtro de agua
- Cambiar filtro de aire
- Regular válvulas ADM ESC
- Revisar estado y tensión de fajas
- Cambiar el liquido refrigerante
- Revisar si existen fugas y/o filtraciones en el sistema de refrigeración y sistema de combustible
- Inspección visual de la bomba de inyección
- Controlar el funcionamiento de la bomba de inyección.
- Revisar estado y fijación del ventilador
- Revisar presión de aceite y temperatura del motor
- Revisar fijación del motor
- Revisar hermeticidad del sistema de admisión
- Limpieza del radiador (sopleteado)
- Medición de Opacidad

- Cambiar de aceite de corona
- Revisar nivel de aceite de caja de cambios, rellenar si fuera necesario
- Revisar estado del eje cardan y estado de bridas
- Revisar estado del disco de embrague

- Revisar carga del compresor y fugas de aceite en el sistema
- Revisar nivel de aceite en el compresor, cambiar si fuera necesario.
- Revisar filtro de aceite del compresor, cambiar si fuera necesario.
- Revisar filtro de aire del compresor, cambiar si fuera necesario.
- Limpiar el enfriador de aceite del compresor.
- Purgar agua condensada de tanques de aire

- Revisar hojas de muelles y abrazaderas
- Revisar sistema de suspensión
- Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- Revisar conexiones del sistema neumático
- Revisar estado de forro de zapata y fugas en el sistema
- Revisar estado de los neumáticos

Diagnostic Report For MP D BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- () Revisar ajuste de las tuercas de sujeción de las ruedas
- () Cambiar aceite hidráulico de dirección
- () Cambiar filtro de dirección
- () Revisar sistema de dirección (posibles daños)
- () Inspeccionar fugas o filtraciones en el sistema de dirección
- () Engrase general
- () Revisar sistema eléctrico
 - Instrumentos
 - Luces
 - Tableros de mando y control
- () Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías.
- () Revisar estado de cables de batería
- () Revisión general de luces
- () Revisar fijación de pernos de chasis
- () Revisar el nivel del aceite hidráulico
- () Dializar aceite hidráulico (aproximadamente entre 1.5 a 2 horas)
- () Revisar y/o corregir estado bridas de cardan y ajuste de tuercas de reenvió
- () Realizar muestreo de aceite hidráulico.
- () Cambiar filtro hidráulico de bombeo.
- () Cambiar filtro hidráulico, parte pluma.
- () Revisar el grado de suciedad en la caja de agua de la bomba de hormigón, cambiar el agua en caso necesario
- () Revisar respiraderos que no se encuentren taponeados (tomafuerza, caja y corona)
- () Drenar el agua condensada y limpiar el tamiz filtrante del deposito de combustible, si fuera necesario, realizar una limpieza interna
- () Revisión visual respecto a defectos exteriores en las plumas, batea, bomba de concreto, etc.
- () Lubricar todos los puntos de engrase de la corredera rock, del cilindro de giro y del agitador (engrasadores)
- () Verificar el funcionamiento de los dispositivos de mando, de control, de seguridad y de servicio de emergencia.
- () Inspeccionar si existen fugas hidráulicas, en las mangueras de presión o en sus terminales roscados.
- () Verificar el ajuste de las válvulas mariposas
- () Verificar el nivel de aceite la caja de distribución. (En la tomafuerza que acciona la bomba hidráulica).
- () Lubricar el cojinete inferior y el cojinete del cuello de la columna de la pluma, así como las cremalleras del accionamiento de giro (engrasadores)
- () Verificar ajuste de válvulas limitadoras de presión
 - Sistema Hidráulico de Bombeo 330 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Pluma 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Compresor 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Bomba de Agua 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico del Agitador 200 Bar máx.
- () Purgar el agua de condensación del deposito del aceite hidráulico.
- () Limpiar el radiador del aceite hidráulico, con más frecuencia, cuando se forme mucho polvo.
- () Verificar el apriete de los tornillos de fijación de la tapa de la corredera rock (que estén bien ajustados)
- () Verificar el apriete de los tornillos aprisionadores del cuerpo de giro de la corredera rock (que estén bien ajustados)

Diagnostic Report For MP D BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- () Verificar el desgaste del anillo de corte de la corredera rock.
- () Verificar estado del sistema Rock
- () Lubricar los árboles articulados del accionamiento de la bomba Hidráulica (engrasadores)
- () Revisar nivel de aceite del engranaje del mecanismo de rotación, agregar si fuera necesario.
- () Lubricar las boquillas de engrase de la pluma y de los estabilizadores.
- () Lubricar el cojinete del mecanismo de rotación.
- () Comprobar que el mecanismo de rotación esté bien asegurado.
- () Lubricar todas las articulaciones de la pluma de distribución y los puntos de engrase de los soportes (engrasadoras)
- () Verificar el apriete de los tornillos de fijación o de los tornillos de anclaje respectivamente, del bastidor auxiliar, de la pluma de distribución, de los cilindros diferenciales y de los cilindros de bombeo
- () Verificar la fijación de los émbolos de transporte.
- () Chequear posibles atores con concreto en la tuberías de la pluma desmontando los codos del 90°
- () Lavado general de la unidad.
- () Revisión de espesores de tubería de la pluma (Tubería Especial).

Diagnostic Report For MP D VW

Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
CAM292			000-004	
		VOLKSWAGEN CAM 26.260	000-004	

Diagnostics:

- Cambiar aceite de motor [Rimula Super 15W40]
- Cambiar elemento de filtro de aceite
- Cambiar elemento filtrante de combustible
- Cambiar filtro separador de combustible
- Cambiar filtro del sistema de refrigeración
- Cambiar líquido refrigerante
- Cambiar filtro de aire exterior
- Cambiar filtro de aire interior
- Revisar estado y tensión de faja (deflexión admitida: 9.5 a 12.7 mm)
- Revisar estado del sistema de escape
- Revisar tuberías del sistema de admisión
- Revisar tuberías de aceite y de combustible
- Revisar posibles fugas de aceite en el motor, caja de cambio, reenvío, eje delantero motriz
- Revisar el estado y funcionamiento del freno de motor
- Revisar fijación de motor: ajustar los soportes de goma
- Limpiar el radiador del motor (sopletear)
- Regular holgura de válvulas
- Cambiar líquido de embrague
- Verificar estado y fijación de embrague del ventilador

- Mantenimiento de inyectores
- Mantenimiento de bomba de inyección (revisar análisis: dilución con combustible)

- Medicion de OPACIDAD

- Limpieza de tanque de combustible

- Cambiar aceite de direccion
- Verificar la Dirección, fijación al chasis

- Verificar el desgaste de los forros de las zapatas de freno a través de la abertura de inspección
- Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- Regular frenos
- Lubricar reguladores de freno
- Limpieza exterior de los respiraderos
- Revisar el estado y posibles fugas en los sistemas neumáticos
- Drenar tanque de aire de frenos
- Cambiar líquido de freno

- Revisar estado y fijación de amortiguadores y barra estabilizadora
- Revisar el soporte central de la suspensión trasera
- Revisar estado de hojas de muelles y abrazaderas

Diagnostic Report For MP D VW
Union de Concreteras - UNICON

- Cambiar aceite de caja de cambio [Rimula R2 SAE 50]
- Cambio de aceite de corona
- Revisar junta de cardan y fijación de las bridas

- Verificar estado de buje de goma de la suspensión (retirando la tapa de chumacera central)
- Revisar estado de perno central de suspensión

- Revisar luz larga / corta, luces de freno, estacionamiento, intermitentes, indicadores laterales
- Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías
- Mantenimiento de alternador
- Mantenimiento de arrancador

- Engrase general, todos los puntos lubricados a través de los engrasadores

- Revisar estado de los neumáticos
- Revisar ajuste de tuercas de fijación de las ruedas

- Verificar alineamiento de ejes

- Engrasar mezclador: eje cardan, reductor, rodillos, pista de rodamiento
- Verificación del número de vueltas del mezclador
- Verificar funcionamiento de contador de agua
- Revisar fijación de reductor, mezcladora-chasis, tanque de agua, rodillos, bases (Retorquear)
- Revisión de paletas y cintas del mezclador (desgaste y limpieza)

- Revisión del sistema hidráulico de mezclador (fugas, daños, corrosión, mangueras etc)
- Cambiar aceite de reductor
- Cambiar aceite hidráulico
- Cambiar filtro hidráulico
- Limpieza de radiador hidráulico (sopletear)

Sistema Trimble (Aplica solo a las unidades que tienen el sistema instalado)

- Verificar estado de Antena

- Revisar estado del sensor de rotación
- Revisar en pantalla el correcto funcionamiento de los sensores
- Verificar que se encuentren instalados los 3 magnetos en el mezclador
- Verificar separación de 1/2" a 3/4" entre el sensor de rotación y los magnetos

- Verificar que se encuentre conectado y asegurado el cable al sensor de lavado

- Verificar estado del cable de la Pantalla MDT
- Verificar si se está recibiendo y enviando los mensajes a través de la pantalla
- Verificar si se está reportando los estados del ciclo en pantalla

- Verificar si hay algún defecto en la cablería del sistema

Diagnostic Report For MP D KOMATSU WA200
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
		KOMATSU CAR WA 200	000-004	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite del motor (Rimula Super 15W40). 4.09 Glns.
- () Realizar muestreo de aceite de motor.
- () Cambiar filtro de aceite del motor (LF-16006). 1
- () Cambiar filtro de combustible (6754-79-6130) 1
- () Cambiar pre-filtro de combustible (600-319-3610) 1
- () Cambiar filtro separador de agua. (WF-2088) 1
- () Cambiar filtro sep. Racor (FS-20403) 1
- () Cambiar filtro primario de aire (AF-25957) 1
- () Cambiar filtro secundario de aire (AF-25618) 1
- () Revisar tensión de faja de motor.
- () Revisar sistema de admisión (Si existen fugas, hermetizar).
- () Revisar la faja del alternador (Tensión, reemplazar si fuera necesario).
- () Revisar el sistema de inyección
- () Revisar el estado del Damper.
- () Revisar estado de bomba de agua.
- () Regular válvulas.
- () Limpieza del radiador y cooler.
- () Realizar Prueba de Opacidad.

- () Cambiar filtro de aire acondicionado.

- () Revisar el estado del compresor.
- () Cambiar aceite de la caja de transmisión
- () Cambiar filtro de Trans. Hidrostatica (418-18-34-160). 1
- () Cambiar filtro Hidrostatico (417-18-34130). 1
- () Realizar muestreo de aceite de transmisión.
- () Limpiar respiradero de la caja de transmisión.
- () Realizar muestreo de aceite de eje delantero.
- () Realizar muestreo de aceite de eje posterior.
- () Cambiar aceite de ejes (delantero y posterior)

- () Revisar el amortiguador de vibraciones

- () Cambiar aceite hidráulico.
- () Realizar muestreo de aceite de sistema hidráulico
- () Cambiar filtro Hidráulico (419-60-35152). 1
- () Revisar acumulador

- () Revisar freno de parqueo (estacionario)
- () Revisar estado del disco de freno.
- () Revisar ajuste de pernos de las llantas

- () Revisar el alternador.
- () Revisar el arrancador.

Diagnostic Report For MP D KOMATSU WA200
Union de Concreteras - UNICON

- () Revisar nivel de electrolito de la batería
- () Revisión general del sistema eléctrico

- () Lubricación general.

- () Limpieza general.

Diagnostic Report For MP A BB 28, 31, 80, 81
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
BOM081			000-001	
BOM031			000-001	
BOM080			000-001	
BOM029			000-001	
BOM030			000-001	
BOM028			000-001	

Diagnostics:

- Cambiar aceite de motor
- Cambiar filtro de aceite de motor
- Cambiar filtro de combustible
- Cambiar filtro separador de combustible
- Cambiar filtro de agua
- Limpiar filtro de aire
- Revisar el sistema de ingreso de aire y sus conexiones
- Revisar estado y tensión de fajas
- Revisar nivel de líquido refrigerante
- Revisar si existen fugas y/o filtraciones en el sistema de refrigeración y sistema de combustible
- Limpiar radiador (sopletear)
- Revisar nivel de aceite de caja de cambios, rellenar si fuera necesario
- Revisar carga del compresor
- Revisar nivel de aceite de dirección, rellenar si fuera necesario
- Revisar nivel de aceite de corona, agregar si fuera necesario
- Revisar y/o corregir estado de bridas de cardan y ajuste de tuercas de motor de reenvío
- Revisar que los respiraderos no se encuentren taponeados (de tanques de combustibles)
- Revisar fijación de pernos de chasis
- Engrase general

- Revisar sistema eléctrico
 - Instrumentos
 - Luces
 - Tableros de mando y control
- Revisar estado de cables de batería

- Revisión visual de los exteriores de suspensión y dirección (muelles, abrazaderas, pernos)

- Revisar el nivel de aceite hidráulico, rellenar si fuera necesario
- Dializar aceite hidráulico (aproximadamente entre 1.5 a 2 horas).
- Revisar el nivel del agua en la caja de agua
- Engrasar cable de tensión de la caja de agua (si lo tuviese).
- Revisar grado de suciedad en la caja de agua de la bomba de hormigón, cambiar agua en caso necesario
- Lubricar puntos de engrase de corredera rock, de cilindro de giro y de agitador
- Revisión visual respecto a defectos exteriores en las plumas, batea, bomba de concreto, etc.
- Verificar el funcionamiento de los dispositivos de mando, de control, de seguridad y de servicio de emergencia.
- Inspeccionar si existen fugas hidráulicas, en las mangueras de presión o en sus terminales roscados.

Diagnostic Report For MP A BB 28, 31, 80, 81
Union de Concreteras - UNICON

- Verificar nivel de aceite de caja de distribución. (En la toma fuerza que acciona la bomba hidráulica).
- Verificar nivel de aceite de la caja de transferencia (Rellenar si fuera necesario).
- Lubricar cojinetes del cuello de la columna de la pluma y cremalleras del accionamiento de giro
- Verificar ajuste de válvulas limitadoras de presión
 - Sistema Hidráulico de Bombeo 330 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Pluma 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Compresor 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico de Bomba de Agua 300 Bar máx.
 - Sistema Hidráulico del Agitador 200 Bar máx.
- Purgar el agua de condensación del depósito del aceite hidráulico.
- Limpiar el enfriador hidráulico
- Comprobar si hay desgaste en el eje del agitador (cambiarlos si lo requiera).
- Revisar juego en la dirección axial de la tuerca del ajuste del árbol giratorio de la corredera rock
- Verificar estado del sistema Rock
- Lubricar los árboles articulados del accionamiento de la bomba hidráulica
- Lubricar articulaciones de la pluma de distribución y soportes
- Engrase general del grupo de bombeo y la pluma
- Verificar ajuste de tornillos de fijación, del bastidor auxiliar, de la pluma de distribución, de los cilindros diferenciales y de bombeo
- Verificar la fijación de los émbolos de transporte.

Diagnostic Report For MP A VW

Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
CAM292			000-001	
		VOLKSWAGEN CAM 26.260	000-001	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite de motor
- () Cambiar elemento de filtro de aceite
- () Cambiar elemento filtrante de combustible
- () Cambiar filtro separador de combustible
- () Cambiar filtro del sistema de refrigeración
- () Limpieza de filtro de aire exterior
- () Revisar estado y tensión de faja
- () Revisar estado del sistema de escape
- () Revisar tuberías del sistema de admisión
- () Revisar tuberías de aceite y de combustible
- () Revisar posibles fugas de aceite en el motor, caja de cambio, reenvío, eje delantero motriz
- () Revisar el estado y funcionamiento del freno de motor
- () Revisar nivel del líquido refrigerante, rellenar si fuese necesario
- () Limpiar el radiador del motor (sopletear)

- () Revisar nivel de aceite de dirección, rellenar si fuese necesario
- () Verificar la Dirección, fijación al chasis
- () Verificar el desgaste de los forros de las zapatas de freno a través de la abertura de inspección

- () Drenar tanques de aire de freno
- () Revisar estado y fijación de los pulmones de freno
- () Regular frenos
- () Lubricar reguladores de freno
- () Limpieza exterior de los respiraderos
- () Revisar el estado y posibles fugas en los sistemas neumáticos

- () Revisar estado y fijación de amortiguadores y barra estabilizadora
- () Revisar nivel de aceite de caja de cambio, rellenar si fuese necesario
- () Revisar nivel de aceite del eje trasero, rellenar si fuese necesario
- () Revisar el soporte central de la suspensión trasera
- () Revisar estado de hojas de muelles y abrazaderas
- () Revisar junta de cardan y fijación de las bridas
- () Revisar nivel del líquido de embrague, rellenar si fuese necesario

- () Revisar luz larga / corta, luces de freno, estacionamiento, intermitentes, indicadores laterales
- () Revisar nivel de electrolito y verificar la carga de las baterías

- () Engrase general, todos los puntos lubricados a través de los engrasadores

- () Revisar estado de los neumáticos
- () Revisar ajuste de tuercas de fijación de las ruedas

Diagnostic Report For MP A VW
Union de Concreteras - UNICON

SISTEMA TRIMBLE (Aplica solo a las unidades que tienen el sistema instalado)

- () Verificar estado de Antena

- () Revisar estado del sensor de rotación
- () Revisar en pantalla el correcto funcionamiento de los sensores
- () Verificar que se encuentren instalados los 3 magnetos en el mezclador
- () Verificar separación de ½" a ¾" entre el sensor de rotación y los magnetos

- () Verificar que se encuentre conectado y asegurado el cable al sensor de lavado

- () Verificar estado del cable de la Pantalla MDT
- () Verificar si se esta recibiendo y enviando los mensajes a través de la pantalla
- () Verificar si se esta reportando los estados del ciclo en pantalla

- () Verificar si hay algún defecto en la cableria del sistema

Diagnostic Report For MP A KOMATSU WA200
 Union de Concreteras - UNICON

Assignments:

Unit ID	Unit Type	Fleet Descrip	Comp Code	Complaint Code
		KOMATSU CAR WA 200	000-001	

Diagnostics:

- () Cambiar aceite de motor (Rimula Super 15W40) 4.09 Glns.
- () Cambiar filtro de aceite del motor (LF-16006) 1
- () Realizar muestreo de aceite de motor
- () Cambiar pre-filtro de combustible (600-319-3610) 1
- () Limpiar filtro primario de aire (Cambiar si fuera necesario).
- () Limpiar filtro secundario de aire (Cambiar si fuera necesario).
- () Limpieza del radiador
- () Revisar tensión de faja de motor
- () Revisar nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento

- () Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si fuera necesario.
- () Revisar freno de parqueo (estacionario)
- () Revisar acumulador
- () Revisar ajuste de pernos de las llantas

- () Revisar nivel de electrolito de la batería
- () Revisión general del sistema eléctrico

- () Lubricación general.

- () Limpieza general.

PROYECCIÓN DE PERSONAL PARA LA PLANTA DE CONCRETO EN 12 MESES

CANTIDAD DE PERSONAL UNICON 27,000 M3 EN 12 MESES

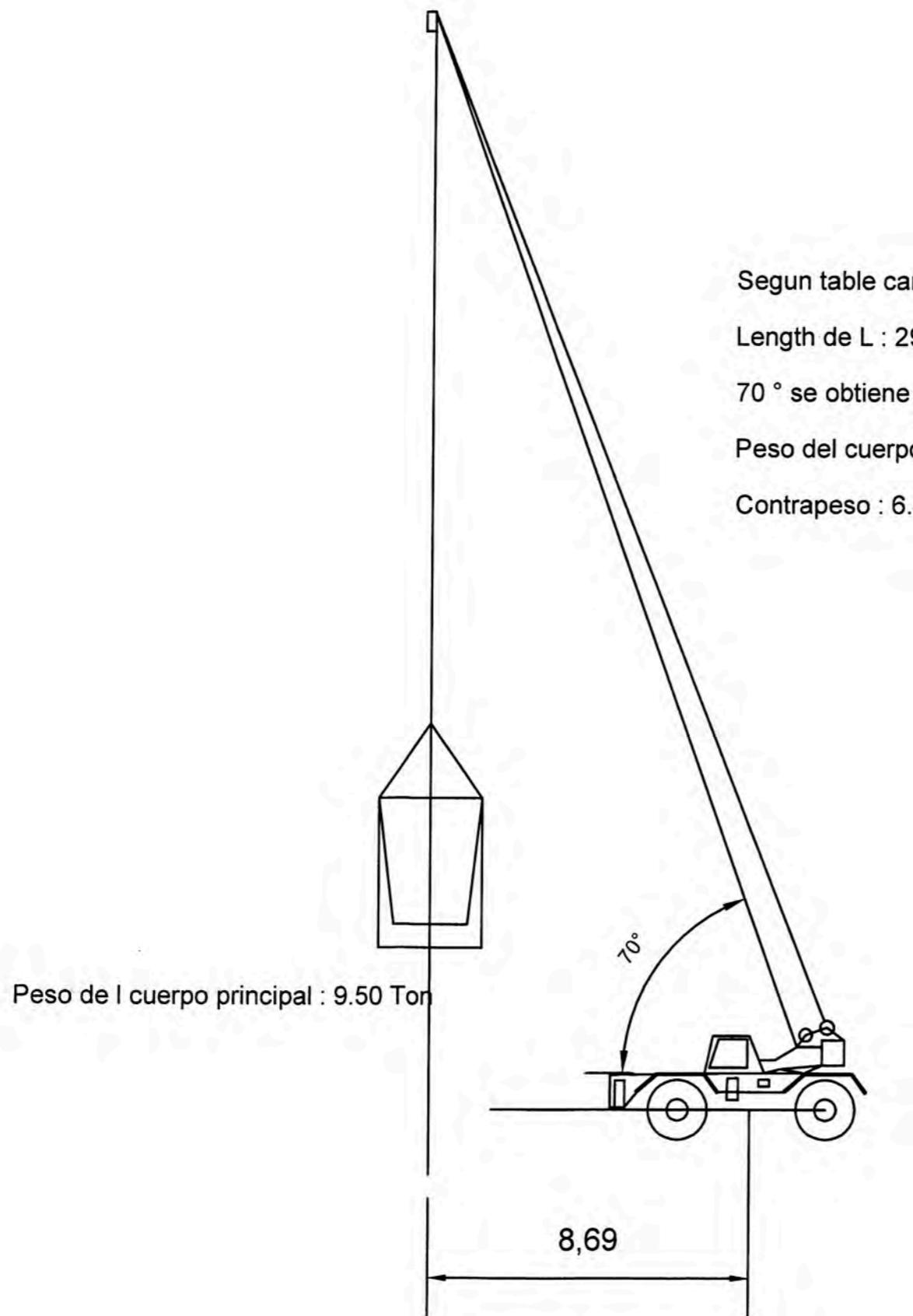
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
PERSONAL STAFF													
ING JEFE DE PROYECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
JEFE DE PLANTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
ING HSE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
ING QA/QC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
ASISTENTE DE JEFE DE PLANTA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
ADMINISTRADOR DE PLANTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
TOTAL STAFF	5	5.0											
OPERARIOS													
OPERADOR DE PLANTA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
OPERADOR DE CARGADOR FRONTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
SUPERVISOR DE PRODUCCION	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
TECNICO DE TRABAJO INTERNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
MECANICO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
ELECTRICISTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
Nro DE MIXER	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0
OPERADORES DE MIXER	8	8.0											
Nro DE BOMBAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
OPERADORES DE BOMBA	5	5.0											
TOTAL OPERARIOS	21	21.0											

Pasajeros de Movilidad Interna por viaje 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18

NOTA : Al día por turno de trabajo se realizarían los siguientes viajes, de entrada, almuerzos y retorno

Rotación de personal en un regimen de 21 x 7

TABLA DE CARGA DE GRUA TEREX MODEL N° RT665: CUERPO PRINCIPAL Y SILOS DE CEMENTO



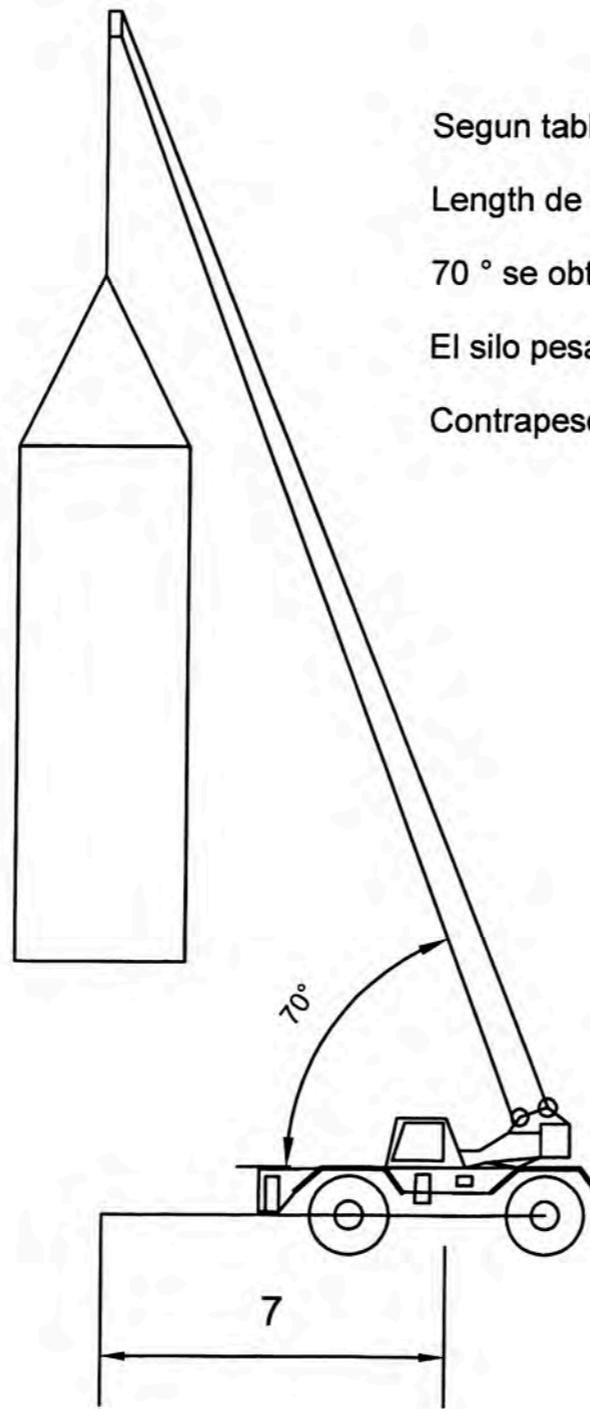
Segun table carga de la Grua Terex RT 665, para un Boom Length de L : 29.13 mt, con un radio : 9.00 mt y un angulo de 70 ° se obtiene una Carga de 14.30 Ton.
 Peso del cuerpo principal : 9.50 Ton.
 Contrapeso : 6.44 Ton

MONTAJE DEL CUERPO PRINCIPAL

TABLA DE CARGA DE GRUAS

GRUA	Datos de la grua					Peso en toneladas			% Uso de Grua
	Radio (m)	Log Pluma (m)	Angulo	Capacidad (ton)	Contrapeso (ton)	Carga (ton)	Elemento de maniobra (ton)	Total(ton)	
TEREX Model N° RT 665	9.00	29.13	70°	14.30	6.44	9.50	1.50	11.00	76.92%

Peso de Silo : 10.20 Ton



Segun table carga de la Grua Terex RT 665, para un Boom Length de L : 24.56 mt, con un radio : 7.00 mt y un angulo de 70 ° se obtiene una Carga de 19.45 Ton.

El silo pesa P : 10.20 Ton.

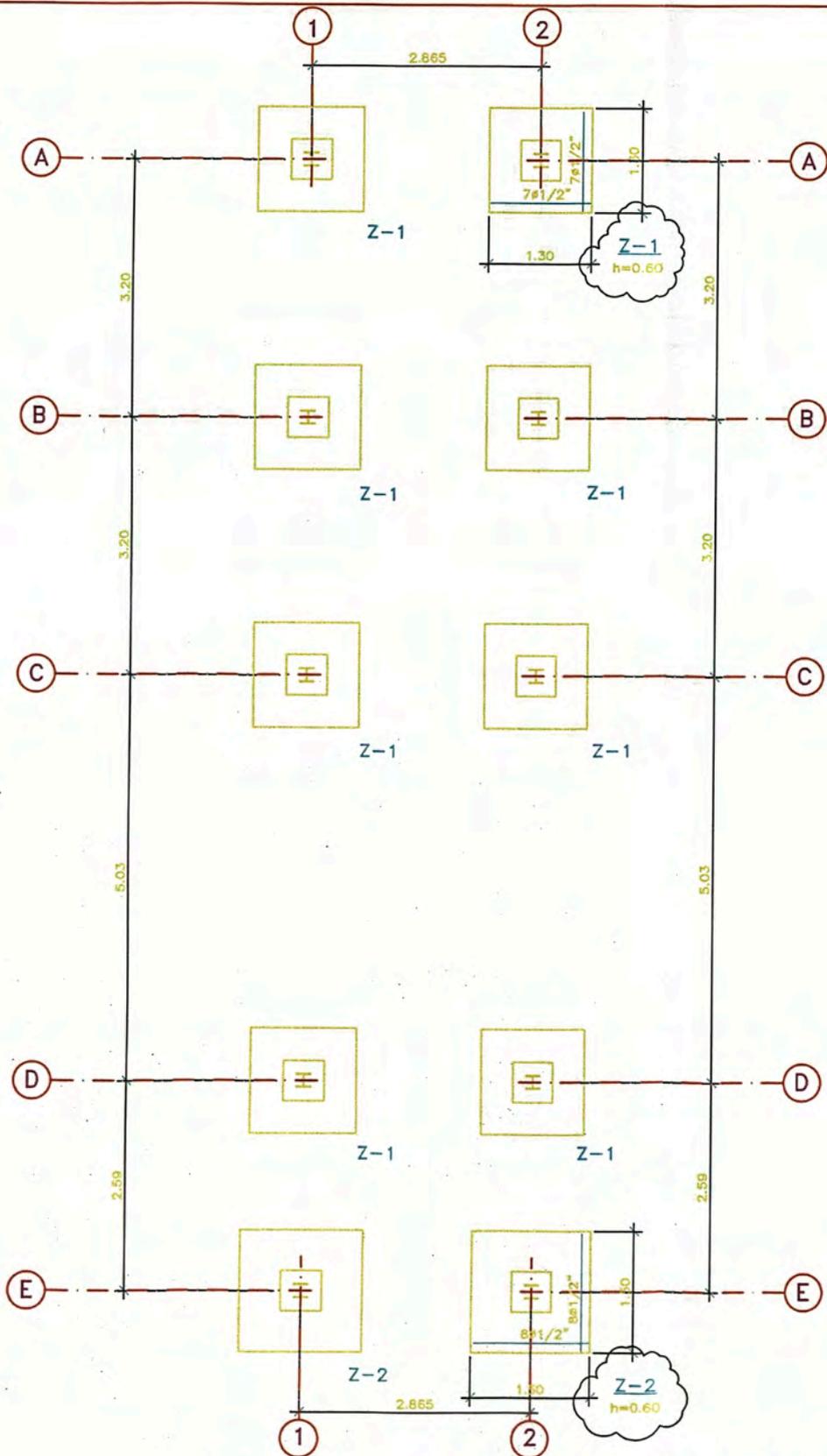
Contrapeso : 6.44 Ton

MONTAJE DE SILOS

TABLA DE CARGA DE GRUAS

GRUA	Datos de la grua					Peso en toneladas			% Uso de Grua
	Radio (m)	Log Pluma (m)	Angulo	Capacidad (ton)	Contrapeso (ton)	Carga (ton)	Elemento de maniobra (ton)	Total(ton)	
TEREX Model N° RT 665	7.00	24.56	70°	19.45	6.44	10.20	1.50	11.70	60.15%

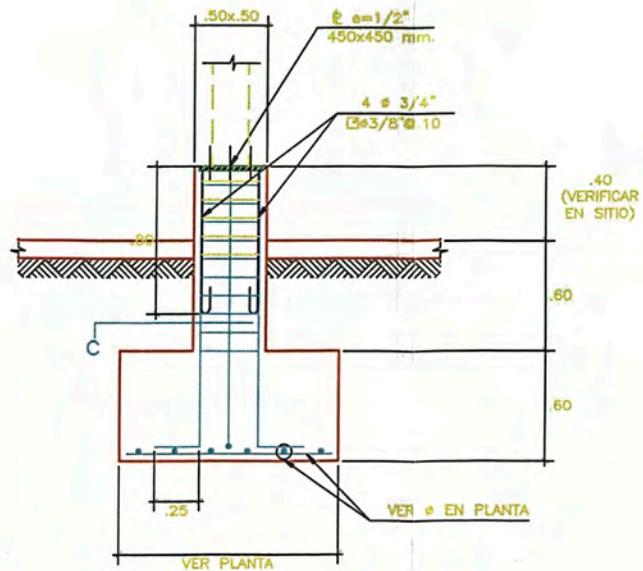
PLANO DE CIMENTACION DE PLANTA CON-E-CO LO PRO 10



CIMENTACION PLANTA CONECO

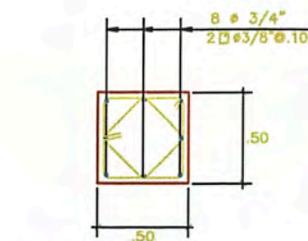
NOTA: VERIFICAR DIMENSIONES CON PLANO DE INSTALACION Y EN SITIO

ESCALA 1:50



ELEVACION TIPICA ZAPATA

ESCALA 1:25



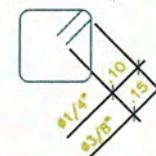
PLANTA C

ESCALA: 1:25

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO	$f'c = 210$ Kg./cm ² .
TERRENO	$\sigma t = 1.0$ Kg./cm ² .
ACERO	$f_y = 4200$ Kg./cm ² .
RECLUBRIMIENTOS LIBRES	
ZAPATAS	7.5 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	4.0 cm.

ESTRIBOS

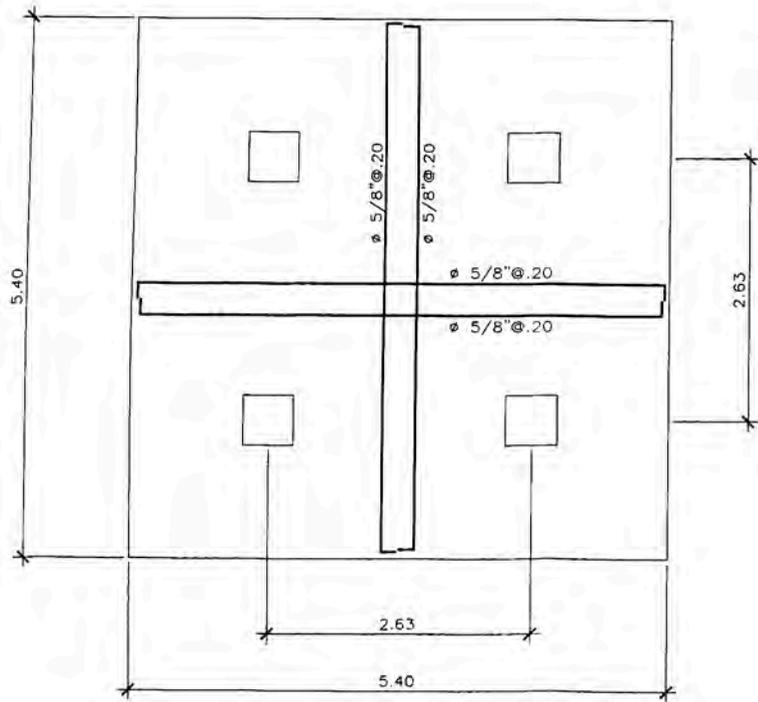


RAUL A B A D E C H E C O P A R
INGENIERO CIVIL C.J.P. 19036

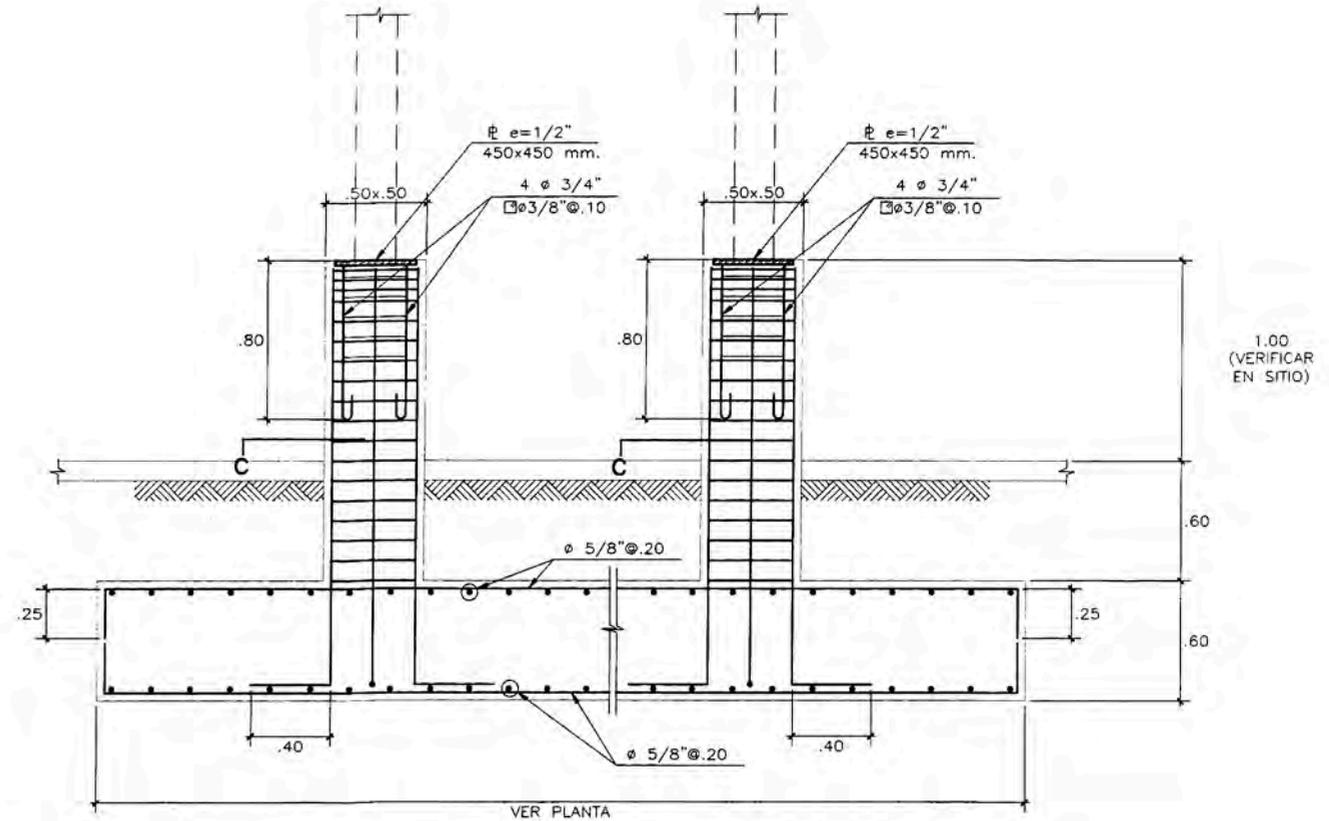
RAE

OBRA:	
PROP:	CEMENTO ANDINO
OBRA N°:	09111262

PLANO:	PLANTA CONECO
ESCALA:	1:50 1:25
LAMINA:	e 1

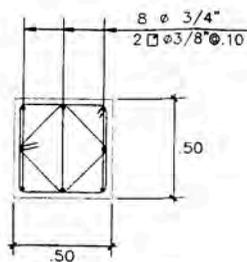


CIMENTACION SILO 150 TON.
ESCALA 1:50



ELEVACION TIPICA ZAPATAS SILOS

ESCALA 1:25

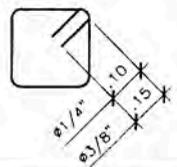


PLANTA C
ESCALA: 1:25

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO	f'c= 210 Kg./cm ² .
TERRENO	σt= 1.0 Kg./cm ² .
ACERO	fy= 4200 Kg./cm ² .
RECUBRIMIENTOS LIBRES	
ZAPATAS	7.5 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	4.0 cm.

ESTRIBOS

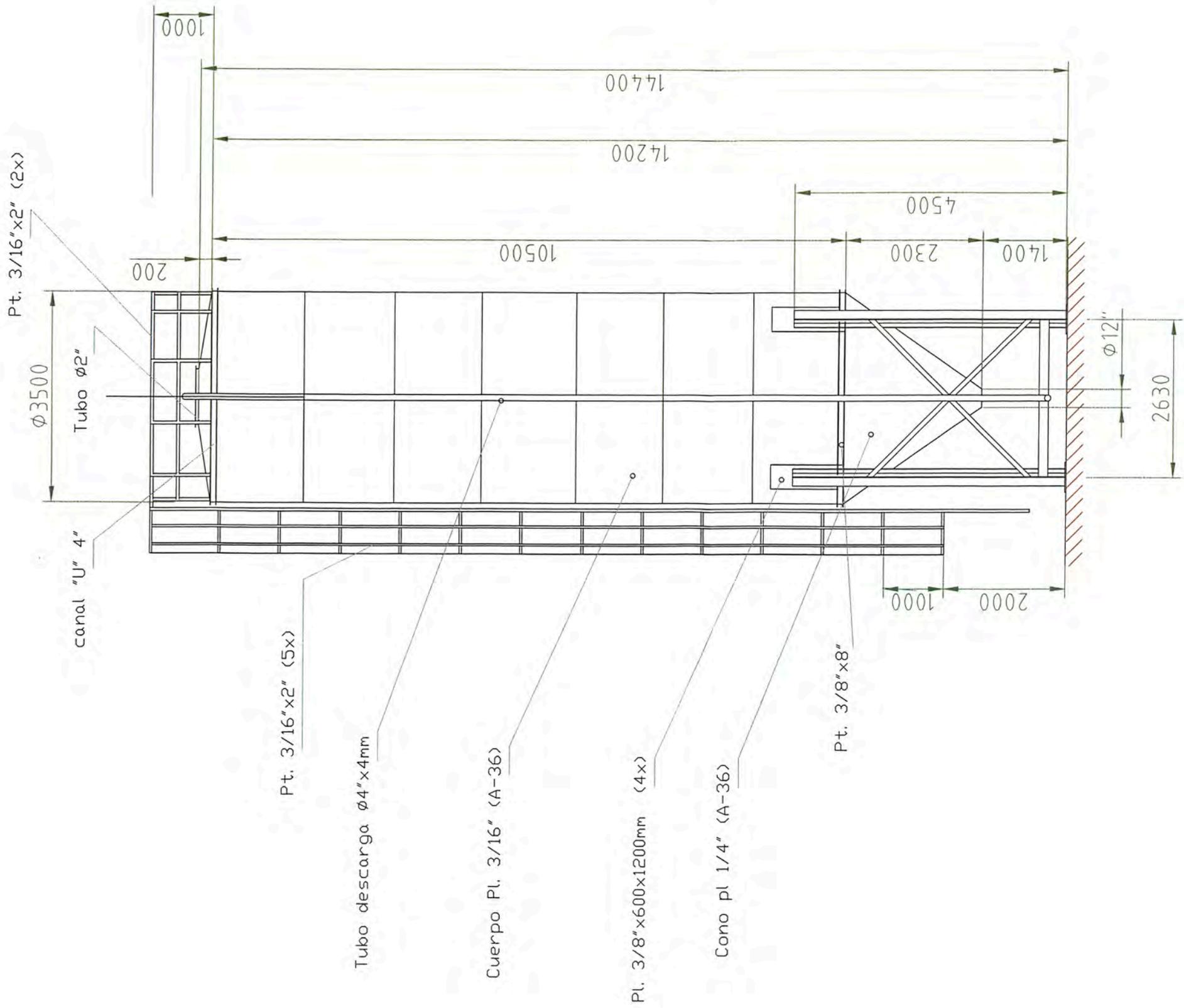


RAUL ABAD ECHECOPAR
INGENIERO CIVIL C.I.P. 19036

RAE

OBRA:	PLANO:
PROP: ANTAMINA	SILO 150 TON.
OBRA N°: 10021308	FECHA: FEBRERO-2010
ESCALA: 1:50 1:25	LAMINA: e 1

ESQUEMA DE SILO DE CEMENTO

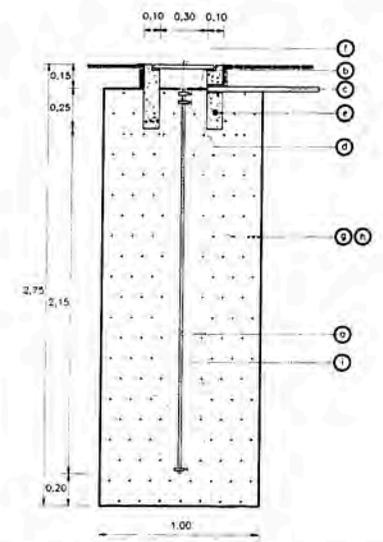
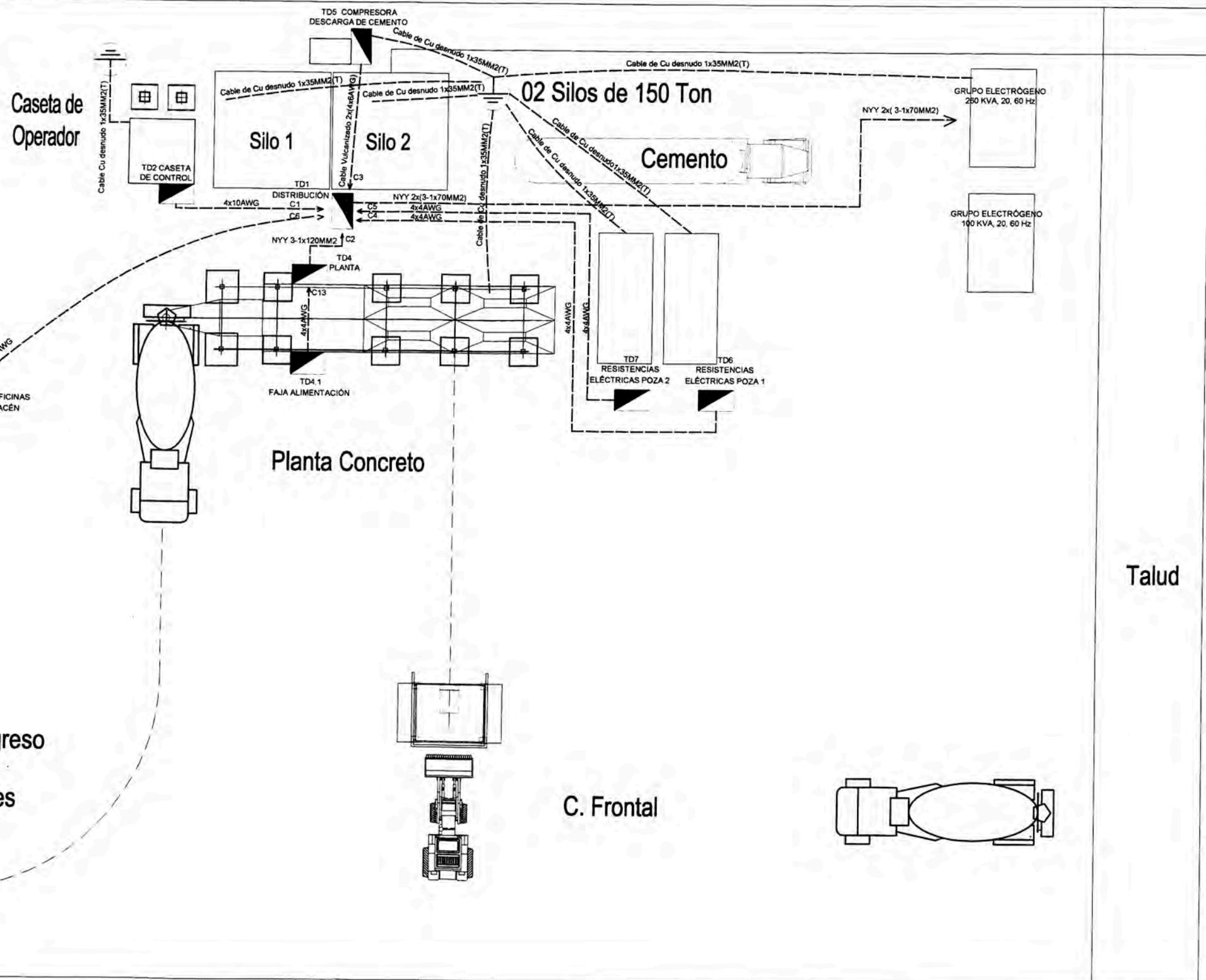


PLANO ELECTRICO DE PLANTA: DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS Y TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

*"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la
Unidad Minera Antamina"*

Bach. Laura Portugal, Cristhian Felix

Carretera

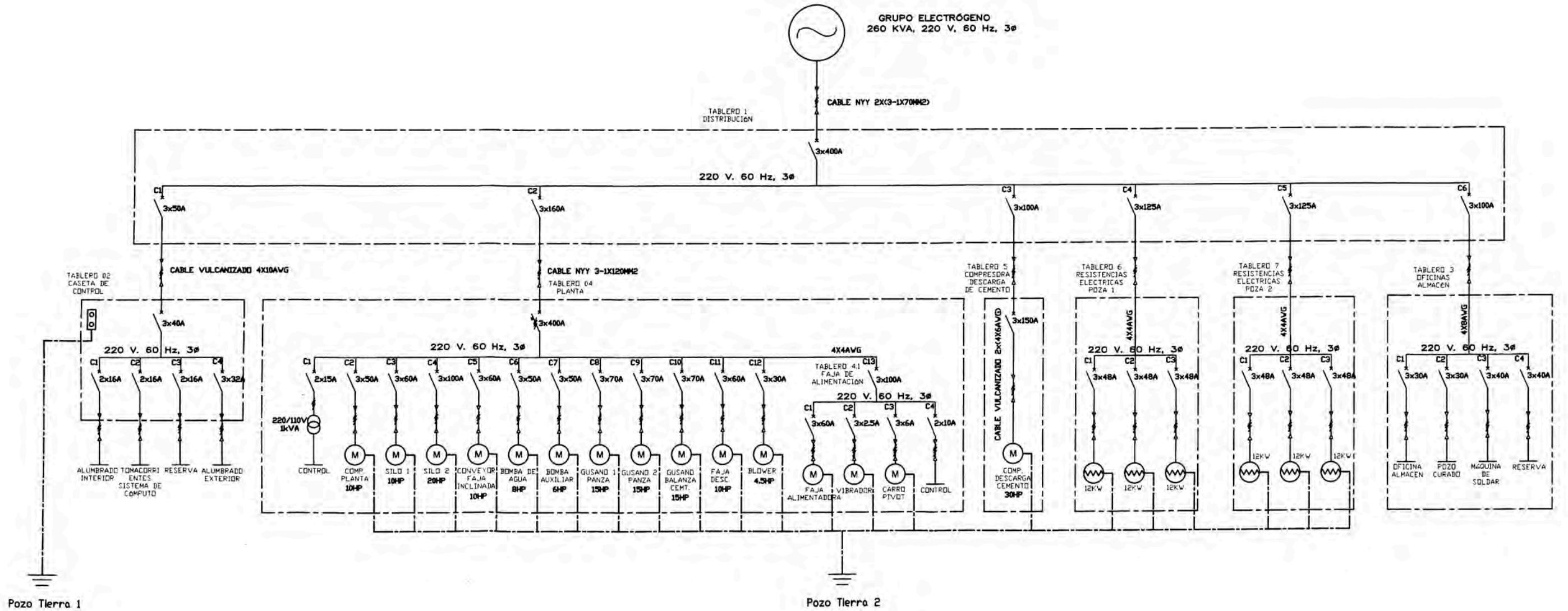


PROPORCIONARA UNA RESISTENCIA DE DISPERSION MENOR A 10 OHMIOS

POZO DE TIERRA		
CLAVE	DESCRIPCION	CANTIDAD
○	VARILLA DE COBRE DE # 16mm x 2,40m	1 Un
○	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	Ver plano
○	TUBERIA DE #20mm PVC-P, SALVO INDICACION, PROTEGIDA POR UN DADO DE PLASTICO	Ver plano
○	GRAPA DE BRONCE DE CONEXION VARILLA - CABLE	3 Un
○	CAJUELA PREFABRICADA DE CONCRETO	1 Un
○	TAPA DE CONCRETO DE 0,35 x 0,35 x 0,05m, CON ASA PARA MANIPULARLA	1 Un
○	TIERRA DEL LUGAR, CERVIDA Y APISONADA	1 Un
○	DOSIS DE SAL HIGROSCOPICA, DE 5 KG. IGUAL O SIMILAR AL THOR-GEL	2 Un
○	CONDUCTOR DE COBRE DE CONFIGURACION HELICOIDAL DE 35mm ² y #36cm	17 m

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS PLANTA ANTAMINA EXPANSIÓN UNICON

	DISEÑADO	DTO. PROYECTOS	
	DIBUJADO	ING. JOSÉ REYES ASTO	
	REVISADO	ING. PAUL GUTIERREZ	
	APROBADO	ING. PAUL GUTIERREZ	
PROYECTO :	PLANTA ANTAMINA EXPANSION		ESCALA : S/E
TITULO :	DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS PLANTA ANTAMINA EXPANSIÓN UNICON	MARCA : MODELO : FORMATO : A-3	CAP : SERIE : No.DE PLANO : 2 REV.: 1



	DISEÑADO DTO. PROYECTOS INGENIERO JOSÉ REYES ASTO		
	REVISADO ING. PAUL GUTIERREZ APROBADO ING. PAUL GUTIERREZ		ESCALA : S/E
	PROYECTO : PLANTA ANTIMINA EXPANSION		MARCA : MODELO : SERIE :
TITULO : DIAGRAMA UNIFILAR PLANTA ANTIMINA EXPANSION UNICON	CAP : No.DE PLANO : A-3 1	REV.: 1	

CRONOGRAMA DE MONTAJE E INSTALACION DE PLANTA

"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la Unidad Minera Antamina"

Bach. Laura Portugal, Cristhian Felix

CAPITULO IV: CASO DE ESTUDIO: PRODUCCION DE CONCRETO EN ANTAMINA

*"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la
Unidad Minera Antamina"*

Bach. Laura Portugal, Cristhian Felix

SECTORES DE DISTRIBUCION DE CONCRETO EN LA MINA: PROGRAMA DE EXPANSION DE ANTAMINA

"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la Unidad Minera Antamina"

Bach. Laura Portugal, Crísthian Félix

• Planta Concentradora

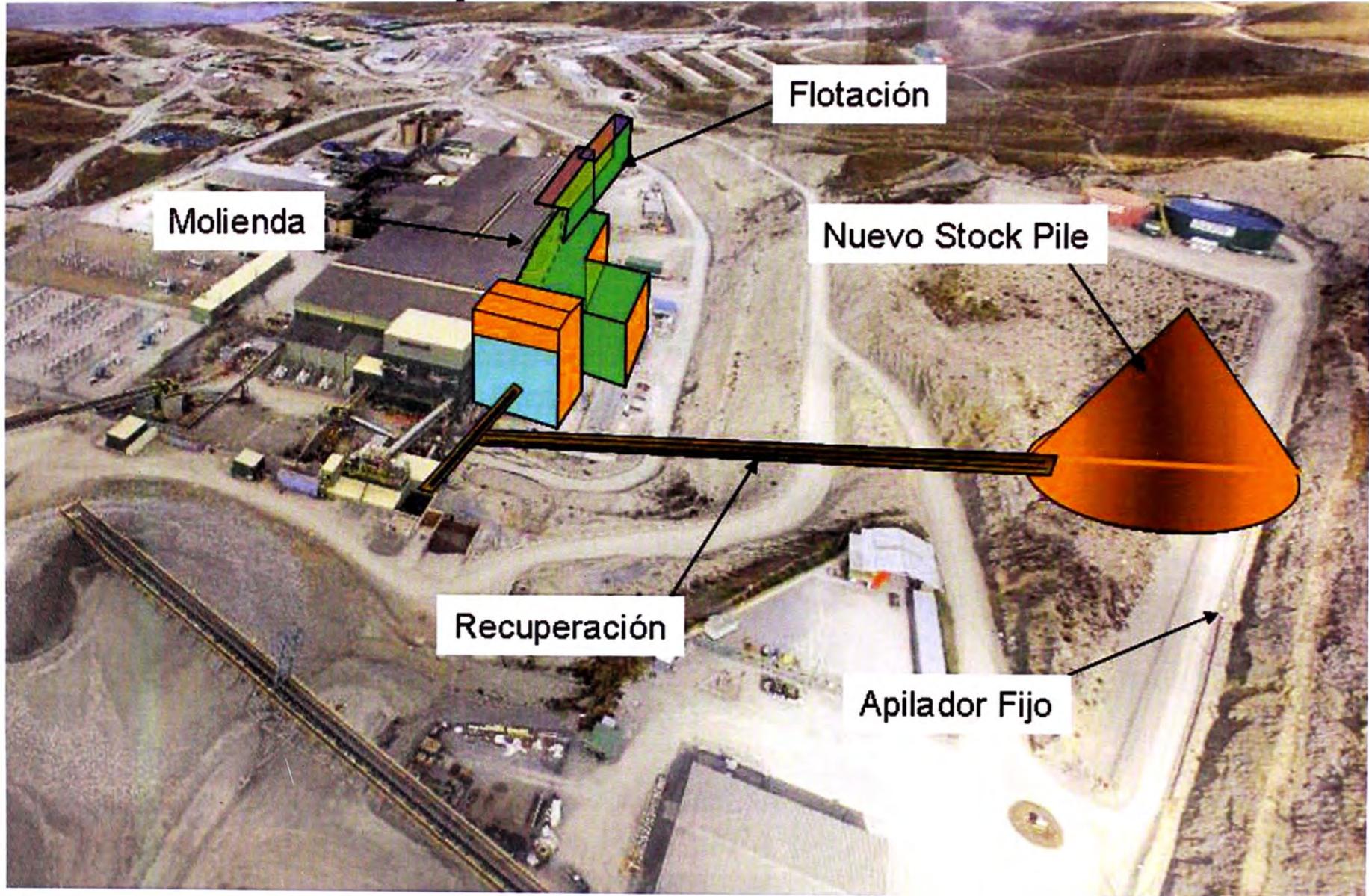


- 1.- Reubicación Talleres Mantto – Fajas y Stacker
- 2.- Reubicación de Containers Kiwi Corner. Herramientas Cu/Zn, Válvulas repuestos y consumibles Cu/Zn. Taller instrumentación, electricidad y equipos varios
- 3.- Reubicación en almacén Kiwi Corner. Taller Mtto mecánico, oficinas Desarrollo Corporativo, sala de entrenamiento.
- 4.- Reubicación Oficinas Satelital. Contratistas
- 4A.- Reubicación Ing&Proyectos
- 5.- Reubicación Taller Válvulas

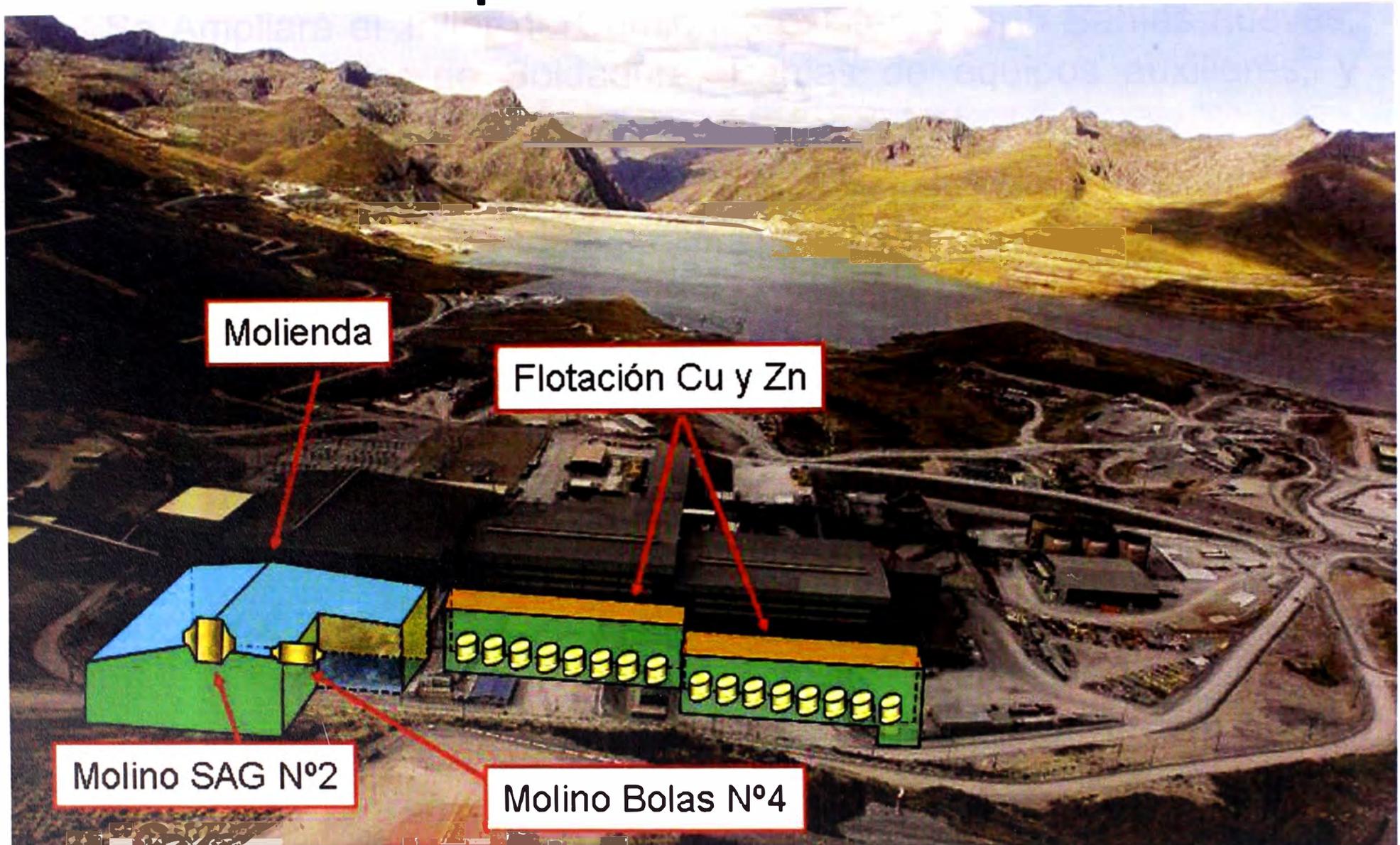
- 6.- Nuevo Stacker Fijo
- 7.- Nuevo Stock Pile
- 8.- Ampliación Molienda
- 9.- Ampliación Flotación
- 10.- Ampliación Molibdeno
- 11. Ampliación subestación Principal
- 12.- Torres de Enfriamiento

- 13.- Oficinas EPCM – Obra
- 14.- Oficinas EPCM - Administración
- 15.- Almacén EPCM 1
- 16.- Almacén EPCM 2
- 17.- Oficinas Contratistas

Ampliación Planta



Ampliación Planta



Ampliación de Taller de Camiones

- Se Ampliará el Taller de Camiones existente en 5 Bahías nuevas, un nuevo Taller de I dura, Bahías de equipos auxiliares, y

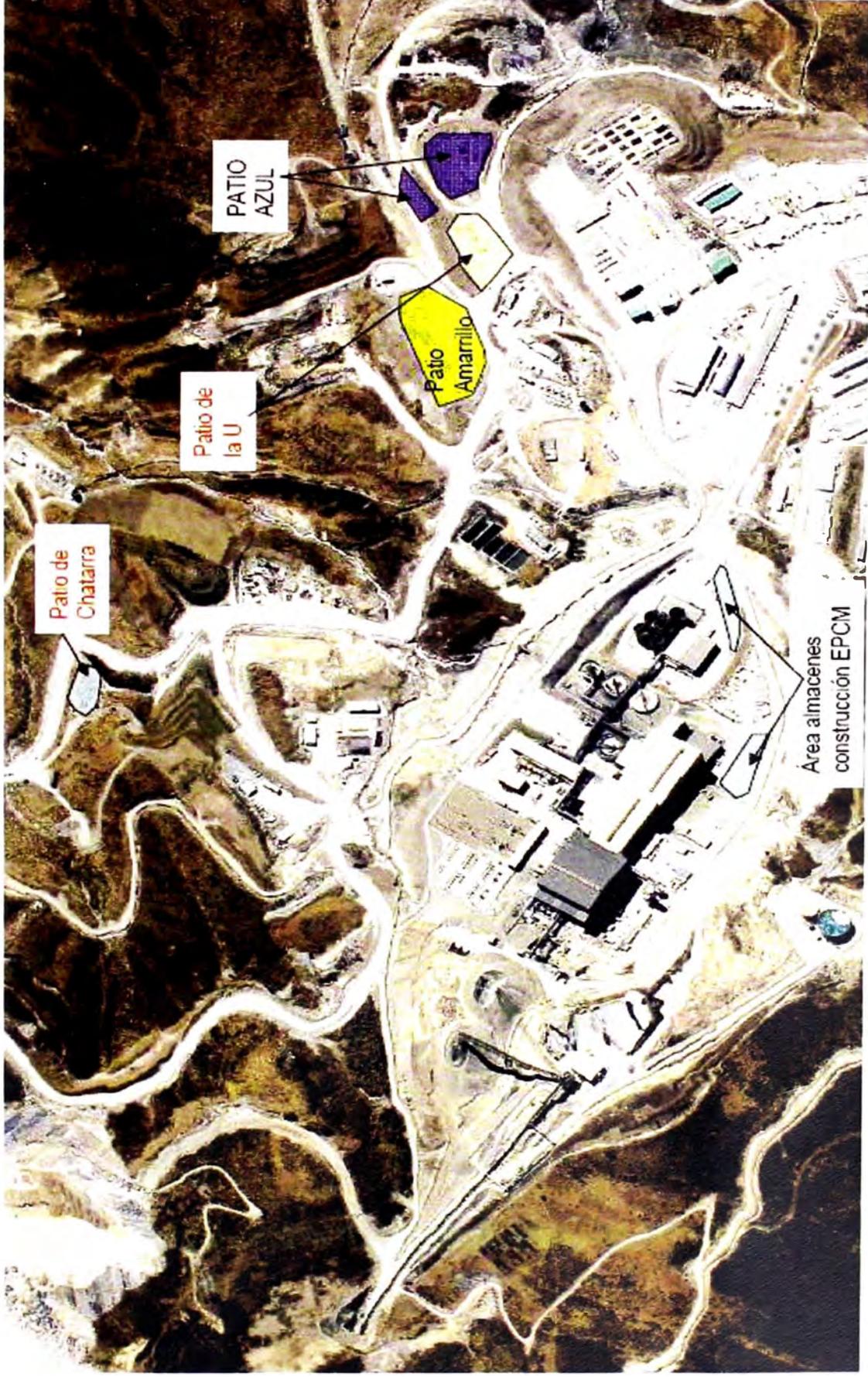


- 1.- Nuevo Taller de soldadura
2. Nueva bahía equipos auxiliares
- 3.-Nueva bahía PMS
4. Estación lavado equipos pesado
5. Cinco bahías Mto camiones
6. Futuro una bahía Mto camiones
- 7.- Ampliación comedor

- 8.-Bodega existente reubicada
9. Ampliación bodega
- 10.-Bahía cambio neumático
11. Futuro bahía cambio neumático
12. Estación lavados equipos auxiliares
13. Estación lavados equipos livianos
- 16.- Nuevos tanques lubricantes

- 14.- Taller de reparación llantas reubicado
- 15.-Laboratorio Moly-Predictivo reubicado

Habilitación de Patio para



DIAGRAMAS Y CUADROS DE ANALISIS DE SUBPROCESOS N°01 Y N°02

"Mejora de la Productividad de una Planta de Concreto Premezclado en Instalaciones Mineras – Aplicación Ampliación de la Unidad Minera Antamina"

Bach. Laura Portugal, Cristian Felix

Diagrama N° 01		Hoja N° 01		Operario / Material / Equipo					
Objeto:				Resumen					
Abastecimiento de concreto premezclado				Actividad	Actual	Propuesta			
Actividad:				Operación	13				
Abastecimiento de insumos a planta y carguio de mixer				Transporte	2				
Metodo: Actual Propuesto				Espera	1				
Lugar:				Inspeccion	3				
Operario (s): JSA				Almacenamiento	0				
Ficha Num. 1				Distancia					
Compuesto por: CLP				Tiempo	54				
Fecha: 10/08/2010				Costo					
Aprobado por: CLP				Mano de obra					
Fecha: 10/08/2010				Material					
				Equipo					
				Total					
Descripción		Cantidad (und)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo			Observaciones	
					○	⇒	D	□	▽
1. Encendido de equipos		7	---	---	○				
2. Calentamiento de motor de unidades		7	---	15	○				
3. Inspección visual de agregados, agua y cemento		3	30.0	2		⇒			
4. Inspección visual de fajas alimentadoras de planta		5	10.0	2			D		
5. Carga de tolva de agregados		1	---	10				□	
6. Alimentación de agregados a balanza		2	17.0	3					
7. Espera de comunicación para inicio de carguío		---	---	8					
8. Pesado de agregados		---	---	2					
9. Ubicación de mixer debajo de planta		1	9.0	2					
10. Inicio de carguío		---	---	---					
11. Inicio de giro de tambor		1	---	---					
12. Alimentacion de agua al interior de tambor		1	15.0	2					
13. Descarga de agregados al tambor		1	---	2					
14. Descarga de cemento al tambor		1	---	2					
15. Descarga de agua al tambor		1	---	1					
16. Descarga de agregado restante al tambor		1	---	1					
17. Aumento de velocidad de giro del tambor		1	---	---					
18. Inspeccion visual del operador de planta		1	---	1					
19. Vertimiento de aditivo a la mezcla		2	---	1					Plasticante e incorporador de aire

Diagrama de Pareto Subproceso N°01:

Descripción de causa probable	Acumulado
Experiencia de relevo del operador de planta	31
Falla mecánica de planta dosificadora	7
Falla mecánica de cargador frontal.	3
Abastecimiento lento de tolva de agregados	79
Regados muy húmedos.	18

Ordenando:

Descripción de causa probable	Incidencia	Acumulado	Acumulado
Abastecimiento lento de tolva de agregados	79	57.25%	57.25%
Experiencia de relevo del operador de planta	31	79.71%	22.46%
Regados muy húmedos.	18	92.75%	13.04%
Falla mecánica de planta dosificadora	7	97.83%	5.07%
Falla mecánica de cargador frontal.	3	100.00%	2.17%
	138		

Causas probables de baja productividad Subproceso N°01

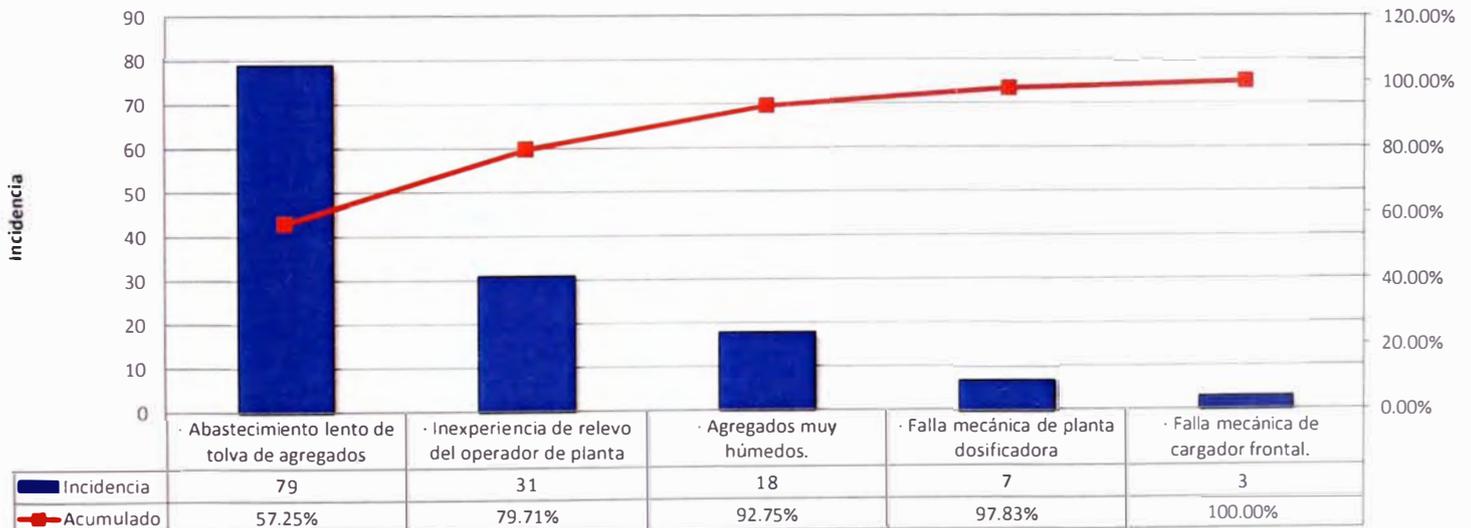


Diagrama N° 02		Hoja N° 01		Operario / Material / Equipo				
Objeto:				Resumen				
Abastecimiento de concreto premezclado				Actividad	Actual	Propuesta		
Actividad:								
Control de calidad de concreto					Operación	11		
					Transporte	5		
					Espera	2		
					Inspeccion	2		
Metodo: Actual Propuesto				Almacenamiento	--			
Lugar:				Distancia				
Operario (s):				Tiempo				
Ficha Num. 1				Costo				
Compuesto por: CLP				Mano de obra				
Fecha: 10/08/2010				Material				
Aprobado por: CLP				Equipo				
Fecha: 10/08/2010				Total				
Descripción				Cantidad (und)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo	Observaciones
								
1. Ingreso de mixer a area de control de calidad				1	10.0	2		
2. Supervisor de calidad (SC) espera estacionamiento de mixer				1	--	1		
3. Supervisor se acerca con bugui a chute de mixer				1	4.0	0.5		
4. Operador de mixer (OM) espera indicacion de supervisor para descargar muestra de concreto				2	--	0.5		
5. SC indica a OM activar la descarga de concreto de mixer a bugui				2	--	--		
6. SC recepciona muestra en bugui				1	--	0.5		
7. SC indica a OM terminar la descarga				2	--	--		
8. SC se dirige con muestra a area destinada para hacer los ensayos de concreto en estado fresco.				1	4.0	0.5		
9. SC realiza los ensayos de Asentamiento, Contenido de aire y temperatura de concreto				1	--	5		
10. Si el concreto cumple los valores solicitados, SC indica autorizacion para salir a obra.				1	--	--		
11. Si el concreto no cumple los valores solicitados, el SC adiciona plastificante a la mezcla				1	--	2		
12. Se procede con el batido en el tambor giratorio.				1	--	4		
13. Se repiten los pasos 6 al 9.				--	4.0	6		
14. Si el concreto cumple los valores solicitados, SC indica autorizacion para salir a obra.				1	--	--		
15. Si no cumple los valores solicitados, SC coordina con Operador de planta para detener el flujo de carguío.				2	--	--		
16. Ingreso de mixer bajo planta para regulaci3n				1	10.0	2.5		
17. OP realiza el pesaje del material adicional				--	--	2		
18. OP activa las fajas alimentadoras con los materiales hacia el mixer				--	--	3		
19. El OM inicia batido en tambor giratorio.				--	--	3		
20. Se repiten los pasos del 1 al 10				--	18.0	10		

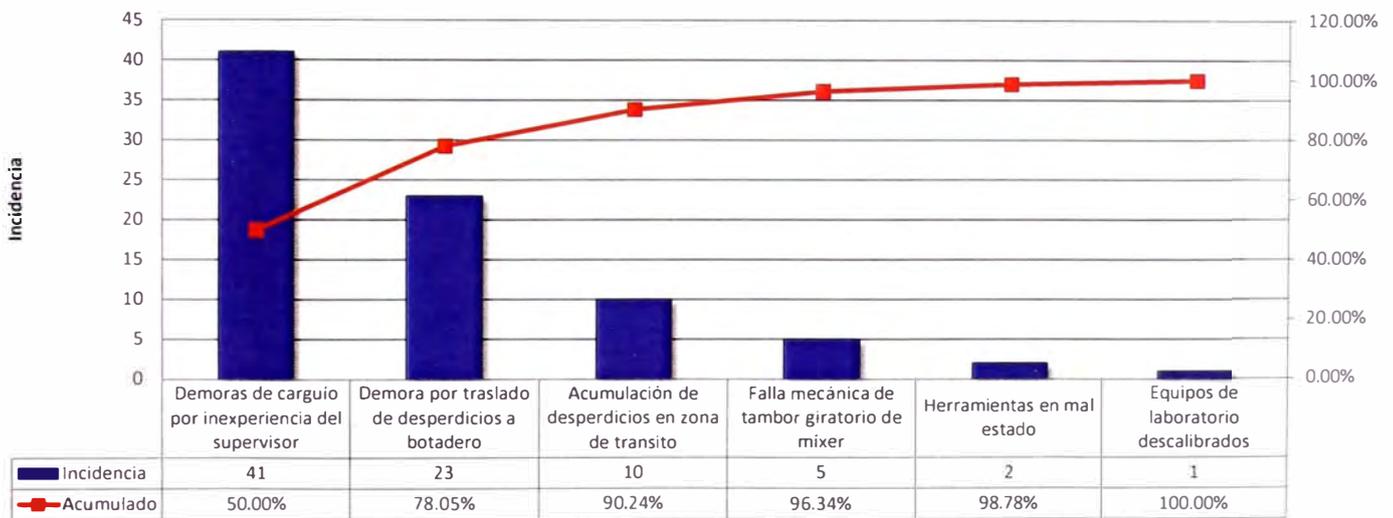
Ordenación de Diagrama de Pareto Subproceso N°02:

Descripción de causa probable	Acumulado
Demoras de carguío por inexperiencia del supervisor	41
Falla mecánica de tambor giratorio de mixer	5
Equipos de laboratorio descalibrados	1
Demora por traslado de desperdicios a botadero	23
Herramientas en mal estado	2
Acumulación de desperdicios en zona de tránsito	10

Ordenando:

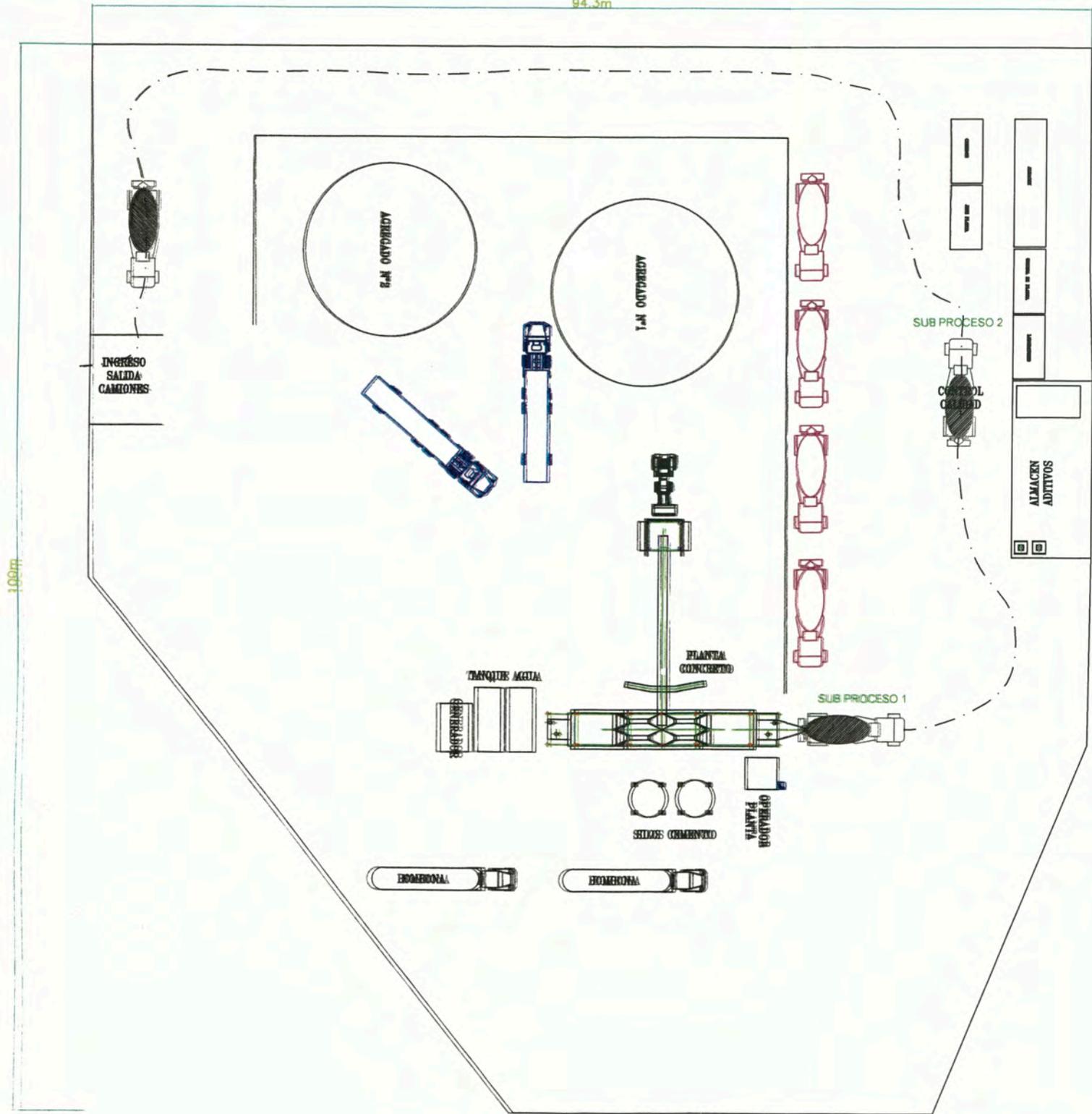
Descripción de causa probable	Incidencia	Acumulado	Acumulado
Demoras de carguío por inexperiencia del supervisor	41	50.00%	50.00%
Demora por traslado de desperdicios a botadero	23	78.05%	28.05%
Acumulación de desperdicios en zona de tránsito	10	90.24%	12.20%
Falla mecánica de tambor giratorio de mixer	5	96.34%	6.10%
Herramientas en mal estado	2	98.78%	2.44%
Equipos de laboratorio descalibrados	1	100.00%	1.22%
	82		

Causas probables de baja productividad Subproceso N°02



100m

94.3m



 UNION DE CONCRETERAS S. A. PROFESIONALES EN CONCRETO GERENCIA DE MANTENIMIENTO Carretera Panamericana Sur Km 11.400 San Juan de Miraflores	DISEÑADO: MVR 2010 P.R.	
	REVISADO: MVR 2010 P.R.	
	APROBADO: MVR 2010	
	ESCALA:	
PROYECTO: PROYECTO ANTIMINA	MARCA: CONEJO CAP: 100 m ² /h	
TITULO: DISPOSICION DE PLANTA CONCRETO	MODELO: LO PRO 10 SERIE:	
	FORMATO: No. DE PLANO:	REV.: 01