

# **DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN PARA UNA PLANTA TRANSPORTABLE DE PEQUEÑA ESCALA PARA HORMIGÓN**

Ignacio Fernando Soledispa Cando<sup>1</sup>, Manuel Helguero González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1980. Profesor de ESPOL desde 1980.

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene el objeto de diseñar el sistema para dosificar los agregados del hormigón para una planta transportable de pequeña escala este producto para una compañía del pequeño sector de la construcción, y así tener una alternativa de solucionar los inconvenientes en el suministro de hormigón dentro de sus necesidades de consumo y ubicación.

La compañía espera adaptar y nacionalizar la máquina, lo que implica empezar a construirla, utilizando recursos que son fabricados y existen en nuestro país, todo bajo una ayuda y asistencia técnica. A continuación el problema es planteado partiendo de una presentación de los problemas y necesidades de la compañía para posteriormente presentar diferentes tipos de alternativa de plantas en el medio, para luego seleccionar que sistema de dosificación conviene diseñar y construir y conocer los detalles que se deben considerar en la elaboración del hormigón.

Luego, se diseñan y seleccionan todos los equipos y elementos que cumplen con las especificaciones solicitadas, considerando las ventajas y valorando la producción, costo, instalación y agilidad de transportación.

## **INTRODUCCIÓN**

Como una alternativa para resolver el costo y falta de concreto en la obras de construcción sobre todo vial, esta tesis trata de solucionar este problema analizando el diseño del sistema de dosificación para una planta para hormigón, partiendo de la necesidad de obtener una cantidad de producción necesaria para cumplir con los contratos adjudicados dentro de la zona urbana y rural de nuestro país.

Este trabajo va dirigido y enfocado a la correcta y adecuada habilitación y adquisición de los equipos básicos y fundamentales que debe poseer una planta bajo las normas técnicas del ministerio de obras pública, puesto que el mejoramiento del sistema de dosificación parte desde que se cuenta con una planta obsoleta de propiedad de la empresa vial, la cual posee una estructura, equipos y elementos de recepción de agregados sobredimensionados y dañados para la nueva demanda de producción.

La planta y el sistema de dosificación en sí, debe tener como objeto la capacidad de elaborar los diferentes tipos de hormigón que están diseñados básicamente pos su

resistencia a la compresión, aunque mucho de ello se basa también en la habilidad del operador. Para ello se debe considerar además conocer la densidad de los cuatros compuestos o elementos para su obtención.

En lo que respecta a la planta, esta debe tener características muy similares a las importadas y un orden de elaboración apropiado para diseñar el hormigón. Es importante mencionar que la planta debe ser fácil traslado para un trailer o cabezal, lo que va a restringir también el dimensionamiento de la planta debido a que solo se permiten trasladar hasta ocupar cierto espacio en la vía.

Es por ello que en este estudio se analiza la necesidad de redimensionar cada sección de los agregados, corregir el proceso de elaboración del concreto y habilitar con los equipos correctos bajo toda especificación y control técnico de nuestro país. Además de considerar parámetros como costo y financiamiento, facilidad y factibilidad de elaboración y construcción de la planta.

## **CONTENIDO**

Debido al desarrollo e incremento en el sector de la construcción originado por las mejoras del sector vial y la concesión de muchas vías alrededor de la provincia, muchas nuevas compañías constructoras han visto la necesidad de adquirir nuevos equipos, maquinas y plantas, con el fin de mejorar precios en sus ofertas y abaratar costos, aumentando la producción aunque este represente una nueva inversión.

Una de las alternativa más conveniente en la actualidad vista por las empresas contratistas es adquirir una planta de hormigón transportable a escala debido a los requisitos en los contratos, más aun en concesiones, puesto que en una obra se podría reducir el tiempo de plazo para su entrega y al mismo tiempo darle un buen mantenimiento a la vía durante el periodo de concesión, y a la vez facilitar su despacho hasta su respectivo destino, y sobre todo la dosificación del diseño del hormigón estaría sujeta bajo las especificaciones y características técnicas del contratista. Y en cuanto al costo se disminuirá principalmente en los materiales agregados y transporte recuperando la inversión de la planta en un corto período.

En nuestro caso, la compañía hizo el presupuesto y avaluó el costo de adquirir una nueva planta, resultando una inversión muy costosa, por factores de importación, además el tiempo de espera para traer los equipos y montar la planta era muy largo. Viendo la necesidad inmediata se decidió adecuar una planta transportable para hormigón obsoleta de la empresa que se encontraba en el oriente y así evita el alto precio de venta o adquisición del hormigón además de que este producto es cancelado por adelantado y el servicio de entrega por transporte al destino de su aplicación es dentro del sector urbano, caso contrario el costo aumenta de manera elevada.

La planta dosificadora puede diseñarse y elaborarse de manera elemental y simple ó bien sofisticada, pero para las nuevas empresas lo importante es que cumpla con las necesidades de diseños para los usos básicos del hormigón, y que la elaboración de la planta tenga una capacidad en base a las necesidades del mercado y contratos. Además de considerar todas las especificaciones técnicas del MOP 801-2.02 para la planta y equipo de dosificación del hormigón.

- ANÁLISIS DE PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS PARA SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA.

Para decidir la mejor alternativa de mejoras en el diseño de dosificación, se analizan varios parámetros, los cuales abarcarán básicamente la capacidad de producción del concreto, dimensionamiento y el costo de la planta; dentro de las alternativas estuvieron: Planta con silo para cemento, planta con tornillo sinfin para cemento con abridora de saco y con silo inferior para cemento.

Para seleccionar la mejor alternativa hemos considerado recomendaciones del MOP, y necesidades de la empresa y por ende, se analizaron los siguientes puntos:

1. Capacidad de Producción. Lo que se requiere es que la planta alcance un rango de 30 a 40% de la producción de las grandes empresas despachadora, puesto que con esa cantidad se podría trabajar durante las horas de trabajo.

2. Dimensionamiento y traslado de la planta. La dimensión de la planta dependerá de la capacidad de producción de la misma y de su forma de transportación y capacidad del vehículo que la transportará. La capacidad dimensional de un cabezal y un camión cama baja para transportar una carga a velocidad baja es: altura (2.40 – 2.60) metros, ancho 2.40 metros y largo (15 – 18) metros.

3. Costos Inicial. El comprar el cemento en cisternas es relativamente por volúmenes más barato que comprar por sacos. Cabe mencionar el costo de traslado dentro de la zona rural de los *Containeres - Cisternas* vienen incluidos en la compra del cemento. El ahorro de comprar en containeres es alrededor de un 30% por cada saco de cemento.

4. Facilidad de operación de la planta. El operario debe hacer que la planta cumpla con las normas de mezclado según el MOP, es decir, los materiales se colocarán en la mezcladora del mixer, de modo que una parte de agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el proceso de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos y arena, cemento, el resto del agua y finalmente el resto de los agregado grueso y fino. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido

5. Línea de transporte y distancia a recorrer de los agregados. El proceso de ingreso de los agregados debe ser directa a la mezcladora o mixer, de tal manera que al realizar las dos bachadas para el diseño del hormigón, el ingreso sea continuo y correcto.

6. Gasto de operación y mantenimiento. La planta podrá ser operada por una persona en las peores condiciones, no teniendo problemas si cumple con el correcto proceso y dosificación. El mantenimiento será en base a las horas de trabajo de la planta.

- SELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN.

Para seleccionar con un mejor criterio el diseño de la planta que más se adapte a las empresas constructoras de hormigón, nos guiamos y ayudamos por un matriz de decisión, donde se observamos el puntaje obtenido de cada una de las alternativas sobre 100 puntos, considerando para 20 puntos para los cuatro primeros parámetros de selección anteriores y 10 para los dos últimos.

Tabla I - Selección del sistema más óptimo.

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>E</b>	<b>f</b>	<b>TOTAL</b>
1. Planta con silo superior para cemento	18	19	15	17	9	9	87
2. Planta con tornillo sin fin para cemento:							
2.1 Con abridora de saco para cemento	12	14	17	15	9	7	74
2.2 Con silo inferior para cemento	18	14	16	17	9	8	82

Y después de un breve y simple análisis, se concluyo que la planta con un silo superior para cemento es la mejor solución para dosificar el hormigón y transportar la planta para el nivel de producción requerido.

- ANALISIS DE LOS PARÁMETROS YA ESTABLECIDOS.

El diseño de las dos secciones de dosificación parte de una estructura, es decir, la armadura de la planta ya construida, lo cual disminuye el tiempo para su reconstrucción, pero restringe la dimensión, peso, distribución, etc. de ciertos componentes. Por tanto las tres condiciones básicas que se tiene para empezar son:

- Estructura ya diseñada y construida: La armadura de la planta soporta un sistema obsoleto de tolvas y balanzas, los mismos que se encuentran sobredimensionados y con una mala distribución de sus componentes, reduciendo la eficiencia de la planta.
- Tren de traslado: La planta posee el sistema de transporte de la toda la maquinaria.
- Dimensión de componentes de recepción: La planta tiene una balanza pequeña, tolvas sobre dimensionadas, y no tiene sistema de dosificación de cemento y agua.

Después de analizar cada condición y teniendo el diseño más adecuado técnicamente y eficientemente, se procede a:

- Calcular y adecuar los equipos y elementos correctos.
- Dimensionar correctamente el sistema de almacenamiento y despacho de los agregados.
- Distribuir correctamente cada sistema de dosificación, recepción y pesaje de los componentes.

La capacidad de producción de hormigón de la planta será de aproximadamente de 60m<sup>3</sup>/hr, para esto se necesitará conocer la capacidad del transporte de cemento, agua y los agregados para poder realizar los cálculos y dimensionamiento de las partes constitutivas de la máquina.

- DISEÑO DE SECCIÓN PARA AGREGADOS.

DISEÑO DE LA SECCION PARA PIEDRA Y ARENA.

Cabe mencionar que cada diseño de hormigón requiere cantidades diferentes de los materiales agregados, pero para determinar la dimensión de la tolva de agregado se debe conocer la máxima demanda de gastos de masa de piedra y arena de los diseño más

comunes de hormigón. Además el despacho se realizará en dos batchadas por la limitación de la balanza de agregados que es de 3 m<sup>3</sup>.

La tolva receptora tendrá una capacidad de 10 m<sup>3</sup> de agregados, con las siguientes medidas: base mayor 6 metro, base menor 2.5 metro, altura 0.9 metro, y con una opción de abatir la tolva hasta conseguir 0.5 metro más.

El material del cual será fabricado las tolvas y compuertas es de acero AISI-1018, con un espesor para las tolvas y compuertas de 6 mm, con el fin de evitar problemas en factores de corrosión y abrasión, así como ahorrar el templado con refuerzos que se tendrían que poner con un espesor pequeño. El factor de seguridad  $\eta$  es de 8.8.

#### DISEÑO DEL TRANSPORTADOR.

Es importante definir ciertos parámetros para diseñar y seleccionar el correcto transportador de estos agregados.

a) La longitud del transportador entre el tambor conductor y conducido es aproximadamente 9.30 m. de largo en la línea de transportación y un ángulo de 20° de inclinación, lo que permite alcanzar la altura indicada igual a 3.4 m para cargar el mixer mezclador transportador.

b) El ancho de la banda, determinada por la capacidad de producción de la planta dosificadora. Por tanto, el ancho de la banda será fijada en 61 cm. de manera que el material no se riegue a media que se transporta y que cumpla con el capacidad requerida de producción. La velocidad de transportación utilizada será de 2 m/s que se encuentra dentro del rango de la recomendada para estos tipos de materiales, además de cumplir con el objetivo de satisfacer la producción y demanda.

c) El *ángulo de sobrecarga dinámico* de cada material.

La capacidad transportación  $C = 64 \text{ m}^3/\text{hr}$  para una banda de 0,61 m de ancho, rodillos con una inclinación de 20° y una velocidad de banda de 0.50 m/s. Por tanto para la velocidad que se trabaja de 2 m/s,  $C = 430 \text{ TON/hr}$ .

La potencia para el transportador en posición inclinada será:

$$P = \frac{f(1.07 L + 50)(C + 0.03 QS) + C \cdot HT}{1000} * 0.75$$

donde:

$f$  = coeficiente de fricción (0.025 a 0.03)

$L$  = longitud del transportador en metros (9,30 m)

0,03Q = factor de pesos por elementos dado por fabricante (0,8)

$S$  = velocidad del transportador (2 m/s)

$H_T$  = altura de transportación (3.02 m)

Capacidad máxima = 430 TON/hr

Entonces la potencia del motor TXT 215 considerando los correspondientes factores de seguridad debido a perdidas en la transmisión, es de 5.25 KW.

Otros datos obtenidos son:

Tensión de la banda  $F_T = 2625 \text{ N}$ , con un factor de seguridad de  $\eta = 5.3$

Diámetro de tambor asumimos un valor de 0.41 m.

La revolución del tambor es  $S = \Pi D n / 60 = 94 \text{ rpm}$ .

### BALANZA DE AGREGADOS.

Las celdas deberán tener la capacidad de pesar en la balanza un total de  $M_T = 5663$  kg. Luego dividimos para el número de celdas de carga a colocar en la balanza, en nuestro caso, serán 4 celdas. Por tanto con el fin de disminuir el porcentaje de error en la lectura del convertidor y/o indicador electrónico OHAUS, Modelo CD11, seleccionamos cuatro celdas marca Cardinal de 5 Kip cada una, es decir un total de 9000 Kg.

### SELECCION DEL CILINDRO PARA LA COMPUERTAS DE LA TOLVA Y BALANZA DE LOS AGREGADOS.

La fuerza que se necesita para abrir las compuertas es de:

$$F = 2 * p * A = (1680 * 9.8 * 1.7) * (0.2 * 0.5) * 2$$

$$F = 5600 \text{ N}$$

La longitud de arco para abrir las compuertas es de  $\ell = \frac{\pi \cdot r \cdot 60}{180} = 231 \text{ mm}$

Por tanto seleccionamos cilindros de doble efecto para las compuertas de la tolva, los cuales serán seleccionados del catálogo de Festo con las siguientes características:

Tabla II – Características del cilindro para la tolva y balanza.

MODELO FESTO: DNC-125-250-PPV-A-S10	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
DNC	= Tipo
125	= $\Phi$ de émbolo en mm.
250	= Carrera en mm.
PPV	= Amortiguación regulable en ambos lados
A	= Detección de posición sin contacto
S10	= Baja velocidad

### SELECCIÓN DEL COMPRESOR Y ACCESORIOS PARA EL SISTEMA NEUMATICO DE LA PLANTA.

La calidad del aire comprimido es expresada en clases según la norma ISO 8573-1. En dicha norma reestablece el grado de impurezas máximo admisible en cada clase de calidad del aire. Si es necesario disponer de aire comprimido de gran calidad, es preferible filtrarlo en varias fases. Si se utiliza únicamente un filtro, éste tiene una duración menor. El aire comprimido siempre debe tener el grado de pureza necesario para que no ocasione fallos o daños en los sistemas neumáticos. Cualquier filtro ofrece resistencia al caudal.

Figura I - Distribución de los accesorios neumático



Por tanto, la selección de los accesorios a continuación son los necesarios para el sistema de aire en la línea de salida del compresor hasta los cilindros neumáticos:

- a) Un filtro de aire comprimido para mantener el aire libre de humedad.
- b) Una válvula reguladora de la presión (lado primario) mantiene el aire de control a niveles casi constantes.
- c) El lubricador del aire comprimido, que permite la lubricación de los elementos neumáticos en caso necesario.
- d) Las válvulas eléctricas o electroválvulas son utilizadas para tener un control a distancia del funcionamiento de los cilindros

La selección del compresor esta basado básicamente en la cantidad de aire suficiente para permitir accionar la cantidad de cilindros; y al requerimiento de presión para su funcionamiento.

Tabla III– Consumo de aire comprimido.

Consumo de aire por bachada de hormigón.			
HERRAMIENTA DE SECCIÓN	MATERIAL	CANT.	CONSUMO DE AIRE [m <sup>3</sup> /min]
Cilindro para la tolva	Piedra	2	7
Cilindro para la tolva	Arena	2	7
Cilindro para la balanza	Agregados	2	4,2
Cilindro para la balanza	Cemento	1	0,37
Cilindro para el silo	Cemento	1	0,96
CONSUMO TOTAL DE AIRE			19,7

Entonces como la cantidad de bachada son 16 para producir los 60 m<sup>3</sup>/hr de hormigón, el consumo total de aire para la producción de hormigón requerida es igual a 316 m<sup>3</sup>/min, y la presión máxima para cada cilindro es de 8 bar., por tanto con los datos seleccionamos el Compresor: Ingersoll-Rand T30, Modelo 2545E10, 10 HP - 120 Galones - Capacidad 35.2 CFM - Máxima Presión 150 Psi.

#### DISEÑO DE LA SECCIÓN DE DOSIFICACIÓN PARA EL CEMENTO.

El silo de cemento deberá tener una capacidad para producir 60 m<sup>3</sup>/h lo que sería suficiente para satisfacer una obra o la demanda del mercado. Las dimensiones se fijan en base a la altura, largo y ancho de las normas de transporte en las carreteras nacionales. Capacidad de las cisternas de cemento que despachan, que son de 30 TON.

El máximo volumen de cemento en el silo es de 25.8 m<sup>3</sup>. El material será AISI 1018 con un espesor e = 6 mm, obteniendo 8.1 como factor de seguridad.

### Diseño del filtro de manga.

Las plantas de hormigón en el silo de cemento llevan una caja metálica llamada filtro de mangas los cuales cumplen la función básica de trabajar como válvulas de alivio.

El diseño del filtro se basa en la capacidad del silo, y consiste en unas mangas de tela de material jean o lona blanda en su interior, la cuales tienen el objetivo de no dejar pasar el cemento a la atmósfera sino de acumularlo y retornarlo al silo, su funcionamiento es por medio de un motor, él cual mediante un mecanismo de bandas, leva y barras, permite reducir la velocidad para zarandear las mangas, y así hacer retornar el cemento y liberar el aire mediante los poros de la tela.

Las características y dimensiones del filtro son: material de la caja filtro AISI 1018 (espesor 3 mm.), altura de la caja filtro 1.20 m, área de la caja filtro 0.80 x 0.80 m<sup>2</sup>, motor eléctrico 1000 rpm.

El mantenimiento de las mangas es fácil, ya que con una simple inspección liberando la tapa superior de la caja se puede cambiar las mangas. Este mantenimiento se realiza cada vez que se observa que al liberarse aire escapa con polvo también. El ahorro que se hace con este filtro manga es alrededor de 8 sacos de cemento en cada llenada del silo.

### DISEÑO DE LA BALANZA PARA CEMENTO.

La máxima capacidad de volumen que debe poseer la balanza para despachar un bache de 3 m<sup>3</sup> de hormigón será de 21 sacos de cemento, es decir, 1680 kg que ocupa un volumen igual a 0.65 m<sup>3</sup>. Al igual que al resto de componentes, la balanza será construida con acero AISI 1018 con un espesor de 6 mm.

Las celdas deben pesar en la balanza una masa total de  $m_r = 1990 \text{ Kg}$ .

Por tanto esta carga total dividimos para el número de celdas de carga a colocar en la balanza, en este caso, contaremos con 4 celdas y contaremos con un convertidor electrónico OHAUS, Modelo CD11, y cuatro celdas de carga marca CARDINAL de 1 Kip cada una, lo que nos puede medir 4000 Kg; con esta capacidad el porcentaje de error en el pesaje y lectura será despreciable.

### SELECCION DEL CILINDRO PARA LA COMPUERTAS DEL SILO DE CEMENTO.

La fuerza que necesitará para abrir la válvula que servirá como compuerta tendrá que vencer la máxima presión a la mayor altura, es decir  $F_e = 2510 \text{ N}$  y barrer una longitud de arco igual a la mitad del perímetro del área de la válvula  $\ell = 400 \text{ mm}$ .

En base a nuestros datos el cilindro de doble efecto más adecuado para la válvula que es la trabaja como compuerta del silo; el cilindro será de marca Festo con características:

Tabla IV – Características del cilindro para el silo.

MODELO: DNC-80-400-PPV-A-S10		
SIMBOLOGIA		DESCRIPCION
DNC	=	Tipo
80	=	$\Phi$ de émbolo en mm
400	=	Carrera en mm
PPV	=	Amortiguación regulable en ambos lados
A	=	Detección de posición sin contacto
S10	=	Baja velocidad

## DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE AGUA.

La mayor demanda de consumo de agua es para el diseño de hormigón de tipo 350 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, para el cual se necesitará una cantidad de 250 litros/m<sup>3</sup>, es decir, que para despachar un mixer de capacidad de 7 m<sup>3</sup>, necesitará un volumen de 1750 litros, el cual será entregado por cada ciclo de trabajo en el periodo de 7 minutos, en donde se realiza la producción solicitada.

Además para todo tipo de diseño, se necesitará un volumen de 500 litros adicional que van en un depósito del mixer para redosificar en obra. Por tanto la máxima cantidad de agua requerida en el hormigón más exigente será de 2250 litros.

### Selección de la bomba.

El máximo caudal para producir el tipo de hormigón de mayor resistencia es:

$$G = \frac{321lt}{min} \cdot \frac{1gal}{3,78lt} = 85 gpm$$

Con este valor de caudal obtenemos el diámetro y velocidad recomendado: Diámetro  $D_t = 2$  in (51 mm), Velocidad  $V_a = 7.5$  ft/seg (2.3 m/s). A continuación, se desea conocer el cabezal total de la bomba:

$$\text{El cabezal por fricción es: } h_f = \frac{f \cdot L_e \cdot V_a^2}{2 \cdot g \cdot D_t} = \frac{(0.0271 \cdot 9.5 \cdot 2.3^2)}{(2 \cdot 9.8 \cdot 0.051)} = 1.40m$$

Además, el cabezal estático que es igual a la altura a la cual se desea elevar  $h_e = 3.0m$ .

Por ende, el cabezal total de la bomba será:

$$H_b = h_e + h_f = 4.40m$$

Con los datos del cabezal total, caudal y el diámetro y seleccionamos la bomba:

Tabla V – Característica de la bomba de agua.

<b>BOMBA CENTRIFUGA - SERIE 1531</b>		
POTENCIA	P	3/4 HP
VELOCIDAD	RPM	1750 R.PM
EFICIENCIA	H	65%

### Contador de agua.

Una vez seleccionada el tipo de bomba y el diámetro de la tubería, procedemos a elegir el tipo de contador de galones. Este tipo de contador es determinado por el diámetro de la tubería a usar y es recomendable observar la cantidad de galones por minuto para una mejor eficiencia. Con estos valores seleccionamos un contador de flujo:

- Contador (transmisor de pulso), Modelo Badger PT-L, Diámetro: 51 mm.

## CONCLUSIONES

1. En la planta de hormigón se realizaron adaptaciones en algunos elementos y mecanismo muy similares con facilidad para reemplazar diseños costosos originales, pero que de cumpliendo en ciertas partes con las normas técnicas de ingeniería con el fin de abaratar el costo de elaboración.
2. La sección de almacenamiento y alimentación de agregados fino y grueso tiene las dimensiones correctas para ser cargado por una retroexcavadora de capacidad de  $0.88 \text{ m}^3$ , lo que garantiza llenar la tolva sin tener demasiado tiempo muerto. Además la cargada en horizontal a la balanza es muy rápida debido a la pequeña distancia entre estas dos secciones y al buen accionamiento neumático.
3. En lo concerniente al sistema de pesado de los agregados, este nuevo sistema electrónico ofrece más ventajas debido al uso de celdas de carga y al exacto accionamiento de los cilindros, lo que permite tener una buena dosificación y acelerar el tiempo de pesaje.
4. La operación de la planta tendrá menos uso de mano de obra, porque dentro de las normas técnicas de nuestro medio se exigen menos controles, lo que permite que un solo operador pueda manejarla, contando con un ayudante para cargar de piedra y arena a las secciones y verificar el correcto trabajo de los elementos de cada sección.
5. Las demás características mecánicas de la planta tales como dosificación de agua, sistema neumático y eléctrico, etc. son muy similares a las plantas importadas. Lo concerniente al silo de cemento, son rediseñados y dimensionados a la demanda máxima de producción que se puedan tener.
6. La dirección técnica del ingeniero en toma de decisiones mientras se diseña y construye la planta, garantiza el utilizar los factores de seguridad correctos, lo que induce a no correr riesgo de que alguna sección, elemento o mecanismo falle, además de no encarecer el precio final de la planta.

## REFERENCIAS

- a) **Libro con edición.**  
P. Rebut, Centrales Hormigoneras, (1era ed, Paris: Editions Enrolles) Cáp. 11 pp.75–73
- b) **Libro con edición.**  
Festo, Programa de Fabricación, (3 era Edición 03/01) Cáp. 1.1–10.3 pp. 20-123.
- c) **Artículo de una publicación periódica.**  
A. Fava, “La tecnología del Hormigón”, Revista del constructor, Vol. 15, No. 6 (Diciembre 1980) pp. 3 – 4.
- d) **Artículo de una publicación periódica.**  
Seam, “Rex concrete plant equipment – Mobil 10-30 RM Transit mix batch plant”, Bulletin No.1108 (June 76) pp 1 - 4.
- e) **Artículo de una publicación periódica.**  
Jeffrey, “B-B series and permaseal for belt conveyor”, Catálogo 1050-B Idlers.