Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil

"PROPUESTA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN PREMEZCLADO EN CENTRAL HORMIGONERA, APLICANDO EL CONCEPTO DE TRAZABILIDAD E INTEGRACIÓN DE PROVEEDORES Y DISTRIBUIDORES"

Tesis para optar al título de:
Ingeniero Constructor.

Profesor Guía:
Sr. Jorge Alvial Pantoja
Ingeniero Constructor
Magister en Administración de Empresas

VIVIANA VALERIA LEMOS VILLARROEL
VALDIVIA-CHILE

2010

DEDICATORIA

A mi madrecita, mi hermano Ismael

Y Daniel M.W

Mis tres grandes amores.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por entregarme la fortaleza y compañía en cada segundo de mi vida.

A mi familia por su apoyo, confianza y amor incondicional.

A mis amigas y amigos, por su compañía y apoyo constante.

A todos los profesionales y trabajadores de las Empresas visitadas durante la investigación; por su tiempo y ayuda desinteresada:

Sr. Ariel Fuentes, Administrador de Sucursal Lafarge Hormigones S.A. Planta Osorno.

Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones Lafarge Hormigones S.A. Planta Osorno.

Sr. Patricio Soto, Jefe Zonal Osorno Ready Mix Sur S.A.

Sr. Cesar Zumelzu, Jefe Zonal Valdivia Ready Mix Sur S.A.

Sr. Pedro Espinoza, Jefe Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno-Rio Negro.

Sr. Daniel Bertrán, Jefe de Planta de Áridos Chumpullo; Valdicor.

Y finalmente a mi Profesor Guía Sr. Jorge Alvial por su tiempo, apoyo y ayuda constante.

A todos ellos, MUCHAS GRACIAS!

INDICE

Páginas

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

OBJETIVOS

CAPITULO I

NORMA ISO 9000

1.1 Conceptos Generales.....1

1.2 Sistema de Gestión de Calidad 2

1.3 Términos 3

CAPITULO II

HORMIGÓN

2.1 Orígenes 4

2.2 Conceptos Generales.....5

2.2.1 Cemento.....5

2.2.2 Agua 5

2.2.3 Áridos 6

2.2.4 Aditivos 6

2.3 Características del Hormigón.....7

2.4 Estados del Hormigón.....7

2.4.1 Hormigón en Estado Fresco 7

2.4.2 Hormigón Endurecido 8

2.5 Hormigón Premezclado 10

CAPITULO III

CEMENTO

3.1 Reseña Histórica 12

3.2 Fabricación.....13

3.2.1 Molienda de Crudo.....13

3.2.2 Homogeneización.....14

3.2.3 Almacenamiento de Crudo.....14

3.2.4 Clinquerización 15

3.2.5 Enfriamiento del Clinquer.....15

3.2.6 Almacenamiento del Clinquer.....15

3.3 Molienda del Cemento.....16

3.3.1 Almacenamiento de Cemento 16

3.3.2 Envasado y Despacho.....16

3.4 Clasificación del Cemento.....18

3.5 Propiedades Generales del Cemento.....20

3.6 Control de calidad del Cemento.....22

3.6.1 Orígenes.....21

3.6.2 Control de Calidad del Cemento en Chile.....21

CAPITULO IV

ÁRIDOS

4.1 Conceptos Generales.....24

4.2 Formas de Extracción 26

4.3 Normativa para la Extracción de Áridos.....28

4.4 Procesamiento de los Áridos.....31

4.4.1 Trituración y Molienda.....32

4.4.2 Clasificación.....35

4.4.3 Lavado 36

4.4.4 Almacenamiento 37

CAPITULO V

CENTRAL DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

5.1 Conceptos Generales 39

5.2 Recepción de materias primas 40

5.3 Almacenamiento y Manipulación de las materias primas 42

5.3.1 Almacenamiento 42

5.3.2 Manipulación 47

5.4 Producción de Hormigón Premezclado 51

5.4.1 Comercialización 51

5.4.2 Producción 52

5.4.2.1 Programación 52

5.4.2.2 Despacho 53

5.4.2.3 Fabricación de Hormigón Premezclado 56

5.5 Transporte 57

5.6 Descarga 59

5.7 Control de Calidad en Planta 60

5.7.1 Inspección Visual 60

5.7.2 Inspección por Ensayo 61

5.7.2.1 Áridos 61

CAPITULO VI

PROPUESTA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN PREMEZCLADO EN CENTRAL HORMIGONERA

6.1 Generalidades.....78

6.2 Diagramas de Flujo.....79

6.3 Propuesta.....94

Consideraciones preliminares.....94

Resumen de Procedimientos 107

Check List.....110

CONCLUSIÓN 121

BIBLIOGRAFÍA 124

ANEXOS

Anexo Nº 1 Ficha de solicitud de hormigón premezclado 128

Anexo Nº 2 Check List de camión mixer 129

Anexo Nº 3 Check List Planta Hormigonera.....130

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 Molino de Bolas 15

Figura Nº 2 Diagrama del Proceso de Producción del Cemento 19

Figura Nº 3 Esquema de una Criba.....38

Figura Nº 4 Esquema de una Planta de Tratamiento de Áridos.....40

Figura Nº 5 Esquema de ejemplo de interconexión del Sistema Betonmatic.....58

Figura Nº 6 Esquema del Proceso de Producción del Hormigón Premezclado.....60

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 Despachos históricos de Hormigón Premezclado en m³ 12

Tabla Nº 2 Resistencias de cementos corrientes y de alta resistencia 21

Tabla Nº 3 Resumen de los tipos de cementos según composición 22

Tabla Nº 4 Clasificación de Áridos según tamaños.....28

Tabla Nº 5 Etapas de trituración y equipos utilizados 37

Tabla Nº 6 Tiempo óptimo de descarga.....62

Tabla Nº 7 Pendiente óptima de la canoa para la descarga.....62

Tabla Nº 8 Límites de tolerancia de Áridos.....68

Tabla Nº 9 Dimensiones de las medidas volumétricas 73

Tabla Nº 10 Procedimientos de compactación según asentamiento del Cono 74

Tabla Nº 11 Molde según tipo de Ensayo.....76

Tabla Nº 12 Resumen de Procedimientos.....107

INDICE DE FOTOS

Foto Nº 1 Extracción de Áridos desde bancos areneros 29

Foto Nº 2 Extracción de Áridos en Cauce de Ríos 29

Foto Nº 3 Extracción desde una Cantera 30

Foto Nº 4 Áridos naturales previo a tratamiento de chancado.....33

Foto Nº 5 Buzón para Áridos.....35

Foto Nº 6 Sistema de bandas transportadoras de Áridos 35

Foto Nº 7 Maderos encontrados entre los Áridos 35

Foto Nº 8 Chancador de Mandíbula.....36

Foto Nº 9 Triturador de Cono 36

Foto Nº 10 Clasificación final de los Áridos 38

Foto Nº 11 Tornillo lavador de arena 39

Foto Nº 12 Evacuación de material fino 39

Foto Nº 13 Acopio de arena y grava.....40

Foto Nº 14 Descarga de Áridos 43

Foto Nº 15 Camión granelero 44

Foto Nº 16 Acopios de Áridos 45

Foto Nº 17 Carteles de identificación de Áridos 45

Foto Nº 18 Silos de cemento.....46

Foto Nº 19 Identificación del tipo de cemento 47

Foto Nº 20 Almacenamiento de sacos de cemento.....48

Foto Nº 21 Almacenamiento de los Big-Bag.....48

Foto Nº 22 Estanques de aditivos 49

Foto Nº 23 Almacenamiento de aditivos en tambores.....49

Foto Nº 24 Cargador frontal manipulando Áridos.....50

Foto Nº 25 Arcones de los Áridos 51

Foto Nº 26 Descarga de cementos en Big-Bag.....52

Foto Nº 27 Pantalla de programación de despachos.....57

Foto Nº 28 Pantalla que muestra el ciclo de producción del hormigón.....58

Foto Nº 29 Camión Mixer.....61

Foto Nº 30 Elementos para medir el asentamiento de Cono de Abrams.....71

Foto Nº 31 Carretilla con hormigón a ensayar.....71

Foto Nº32 Operador mixer realizando el método del cono de Abrams.....71

Foto Nº 33 Medición del Cono de Abrams.....72

RESUMEN

La finalidad de esta tesis es diseñar una Propuesta de Control de Calidad destinado a una Central Hormigonera fija sin controles definidos ni consolidados. Este control especificará las actividades y procedimientos de mayor relevancia a ejecutar para la fabricación y distribución de un hormigón con los requisitos de calidad acordados entre los distribuidores y consumidores de este producto, y además sea acorde a la normativa vigente.

La propuesta de control de calidad se diseñará empleando el concepto de trazabilidad e integración de los proveedores y distribuidores.

SUMMARY

The objective of this thesis is to design a Proposal of Quality Control destined to one Ready-Mix Concrete Production Plant than require to install. This control specify the activity and procedure more important to fabricate and distributes the concrete in accordance with the regulations currently in force, and that fits the standards of quality that both distributors and clients have agreed on.

The Proposal of Quality Control will be designed under the concept of traceability and integration of the providers and distributors.

INTRODUCCIÓN

El hormigón premezclado es un material de construcción cuyo consumo ha ido incrementando potencialmente durante los últimos años, debido al sinfín de ventajas que presenta. Caracterizándose como un material versátil, eficiente e indispensable en el desarrollo de la construcción moderna.

Esto se ha logrado debido a que las empresas productoras de hormigón premezclado tienden a una constante incorporación de nuevas tecnologías que aportan a la mejora continua de los procesos y productos, permitiendo que el hormigón sea un material en constante progreso.

Este progreso se logra principalmente por basarse en las necesidades y requerimientos de los clientes, incentivando a una actualización permanente de los productos y servicios ofrecidos por estas empresas.

Todos estos puntos quedan avalados por la certificación de estas empresas, las cuales han implementado sistema de aseguramiento de calidad basados en la familia de normas ISO 9000 e ISO 14001; categorizando a estas empresas con un alto nivel de control de calidad de sus procesos y productos.

Debido a ésto, consideraremos como base de ejemplo para crear nuestra Propuesta de Control de Calidad para la fabricación del hormigón premezclado en Central hormigonera; a las Plantas instaladas y en funcionamiento en nuestra zona, que cuenten con sistemas de gestión aprobados y certificados.

Esta Propuesta de Control se diseñará para una central hormigonera fija sin controles de calidad definidos ni consolidados.

La propuesta definirá un control de calidad desde la obtención de las principales materias primas, el cemento y los áridos, hasta su puesta en obra como producto final; para así reducir los costos y tiempo destinados en ensayos y controles. Como también, fomentar y extender la trazabilidad de esta materia prima, logrando mayor integración entre proveedores y distribuidores de hormigón.

Definiendo trazabilidad, como la capacidad para reconstruir la historia, recorrido o aplicación de un producto; identificando el origen de sus componentes, historia de los procesos, distribución y localización después de su entrega. Se incluirá este concepto en nuestra propuesta, para conocer la ruta de cada materia prima e identificar donde existan falencias de control.

Consideraremos como distribuidores de hormigón premezclado a las Centrales Hormigoneras fijas y reconocidas nacional e internacionalmente; como lo son Lafarge Hormigones S.A (Premix), Ready Mix S.A y Pétreos S.A.

Los proveedores examinados en detalle, serán las empresas distribuidoras de áridos y cemento, debido a que estas serán las materias primas investigadas con mayor énfasis en esta tesis. La materia prima, el agua, no será estudiada profundamente debido a que es un recurso natural, y llega a la Central Hormigonera en forma directa como agua potable.

METODOLOGÍA

La investigación se iniciará describiendo los procesos que son realizados para obtener el Cemento y los Áridos; materias primas del hormigón premezclado que consideraremos en esta tesis. Esto tiene la finalidad de conocer las actividades que realizan las empresas proveedoras de estos productos e identificar las de mayor relevancia a nuestro estudio, para así también, ir registrando la trazabilidad de estos materiales hasta su llegada a la Central Hormigonera.

Luego se explicará el proceso productivo del Hormigón Premezclado; mencionando y describiendo los ensayos y controles que actualmente realizan las centrales hormigoneras existentes en nuestra zona.

La Propuesta de Control de Calidad se formulará a base de los sistemas de control implementados en plantas hormigoneras ya existentes, es por esto, que la recopilación de información se fundará principalmente en entrevistas personales con los actuales encargados de calidad y de operaciones de las Plantas Lafarge S.A y Ready Mix S.A localizadas en las ciudades de Osorno y Valdivia. Complementando con la revisión de manuales y fichas publicadas por estas empresas.

También se visitarán las Plantas de Áridos proveedoras de las empresas antes mencionadas; como lo son la “Planta Dowling & Schilling” que provee a Lafarge S.A y Ready Mix S.A de la ciudad de Osorno y la “Planta Chumpullo” que abastece a Ready Mix S.A Valdivia, con el objetivo de observar en terreno el proceso que recorren los áridos desde su extracción hasta su distribución.

Además se indagará en las Normas Chilenas referentes al Cemento, Áridos y Hormigón Premezclado, con el objetivo de verificar el cumplimiento de éstas en las distintas áreas a estudiar.

OBJETIVOS

GENERALES

- Diseñar una Propuesta de Control de Calidad destinada a una Central Hormigonera Fija sin controles definidos ni consolidados. Este control contendrá las actividades y procedimientos de mayor relevancia a considerar, para obtener un hormigón premezclado que cumpla los requerimientos establecidos por el cliente.
- Analizar el ciclo de fabricación del hormigón, desde la producción de las materias primas hasta su entrega al cliente, aplicando el concepto de trazabilidad.

ESPECÍFICOS

- Identificar los procesos productivos de una Planta de Áridos, Planta de Cementos y Central de Hormigón Premezclado.
- Determinar la correcta manipulación en el transporte y almacenamiento de las materias primas, desde la salida de sus centrales productoras hasta su incorporación como hormigón.
- Mencionar y describir los métodos de Control de Calidad utilizados en una Central Hormigonera.

CAPITULO I

NORMAS ISO 9000

1. 1 CONCEPTOS GENERALES

La ISO, "Organización Internacional de Normalización, es una federación mundial de organismos nacionales de normalización"[1]; los cuales se reúnen en comités técnicos para la elaboración de normas de diversas áreas.

Las normas ISO se crearon con el fin de fomentar y crear una cultura común de la calidad a nivel mundial y además ser utilizadas como base de soporte para las relaciones comerciales. ([2])

A partir de esto se elaboraron y publicaron las siguientes normas:

- ISO 9000: describe los principios y terminología de todo sistema de gestión de calidad.
- ISO 9001: especifica los requisitos para un sistema de gestión de calidad.
- ISO 9004: proporciona criterios que consideran la eficacia y efectividad para un sistema de gestión de calidad.
- ISO 19011: otorga normas referentes a las auditorías de gestión de la calidad y de gestión medioambiental.

La familia de las normas ISO 9000, en conjunto colaboran a la creación e implementación de un sistema de gestión[3] de calidad para todo tipo y tamaño de organización que lo requiera.

---

[1] ISO 9000:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad-Principios y Vocabulario"

[2] Apuntes de "Gestión de Empresas Constructoras II"; profesor Sr. Jorge Alvial.

[3]Sistema de gestión: "sistema para establecer la política y los objetivos y para la consecución de dichos objetivos", según ISO 9000:2000.

1.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Las empresas deben organizar sus recursos técnicos, administrativos y humanos, de tal forma que en conjunto logren obtener un producto y/o servicio de buena calidad; para esto se debe desarrollar e implementar un sistema de gestión de calidad. [4]

El sistema de gestión de la calidad debe conseguir la satisfacción de las expectativas de la empresa y de sus clientes; considerando como base los requisitos de este último.

Además, el sistema de gestión se recomienda formar en un grupo de actividades que se gestionen como procesos, para así, otorgar importancia a cada actividad a realizar y hacer sentir propia la responsabilidad a la persona a cargo de ésta.

La realidad de las personas varía a la par con el pasar de los tiempos, es por esto que la empresa debe considerar como meta permanente la "Mejora Continua"[5], implicando una evolución constante de la empresa con el medio y sus necesidades.

Otro aspecto a considerar, es la mantención de una positiva relación con los proveedores de la empresa, para fortalecer la capacidad de ambos y así crear valor.

En definitiva, un sistema de gestión calidad se deberá estructurar de manera tal que asegure la obtención de la calidad de los productos y servicios que ofrezca la empresa; para que ésta asegure y mantenga su éxito.

---

[4] Sistema de gestión de calidad: "sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad"; según ISO 9000:2000.

[5] Mejora continua: "acción recurrente que aumenta la capacidad para cumplir los requisitos"; según ISO 9000:2000.

1.3 TÉRMINOS

Se mencionan a continuación algunos de los conceptos a utilizar durante la elaboración de esta tesis; cuyas definiciones han sido extraídas de la Norma ISO 9000: 2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad- Principios y Vocabulario”.

- **Calidad:** “grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con unos requisitos”.
- **Sistema:** “conjunto de elementos mutuamente relacionados o que actúan entre sí”.
- **Gestión:** “actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización”.
- **Proceso:** “Sistema de actividades, que utilizan recursos para transformar entradas en salidas”.
- **Control de la calidad:** “parte de la gestión de la calidad orientada a la satisfacción de los requisitos de la calidad”.
- **Aseguramiento de la calidad:** “parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad”.
- **Cliente:** “organización o persona que recibe un producto”.
- **Proveedor:** “organización o persona que proporciona un producto”.
- **Trazabilidad:** “capacidad para seguir la historia, aplicación o localización de todo aquello que está bajo consideración”.
- **Inspección:** “evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañado cuando sea apropiado por medidas, ensayos o cálculos”.
- **Ensayo:** “determinación de una o más características de acuerdo con un procedimiento”.

CAPITULO II

HORMIGÓN

2.1 ORÍGENES

Los primeros indicios de la utilización del hormigón fueron encontrados en las riberas del río Danubio en Yugoslavia, donde se descubrió que los pisos de las chozas estaban fabricados de un hormigón rudimentario formado por la mezcla de tierra caliza, arena, gravas y agua. Este estudio mostró que la existencia de esto data desde el año 7500 A.C. ([6])

Luego en Roma, durante el siglo I A.C. crearon un hormigón similar al usado en la actualidad, con el que lograron la construcción de famosas obras que en la actualidad aún permanecen vigentes, como es el Coliseo Romano.

Hasta el año 1903 se produjo la revolución de la industria del hormigón, debido a un invento del Ingeniero alemán Juergen Hinrich Magens, el cual transportó el primer metro cúbico de hormigón producido en una planta mezcladora, en un vehículo especial tirado por caballos. Éste lo llamó “Hormigón Transportado”.

Tres años después, Magens descubrió que el hormigón fresco enfriado-vibrado, permitía un transporte por mayor tiempo. Luego de este descubrimiento, instaló cuatro plantas mezcladoras de hormigón.

En el año 1909, en Sheridan aparece el primer carro-hormigonero tirado por caballos.

La casa Ford en el año 1920 lanza al mercado los primeros camiones-hormigonera.

---

[6]Información obtenida de página web de la Federación Iberoamericana de Hormigón Premezclado.

Para el año 1925 ya se habían formado veinticinco centrales hormigoneras, las que aumentaron a cien para el año 1930.

2.2 CONCEPTOS GENERALES

El Hormigón es un material que se forma de la unión del cemento, agua, materiales pétreos y eventualmente aditivos; los cuales en dosis proporcionadas logran fraguar y endurecer.

Cada uno de sus componentes cumple una función distinta, que finalmente en conjunto adoptan la característica de ser un material resistente.

La función de cada elemento del hormigón se definen posteriormente: ([7])

2.2.1 CEMENTO

El cemento es el elemento que cumple un rol activo, que en conjunto con el agua proporciona una pasta que endurece con el transcurso de las horas.

La rapidez con que adquiere su resistencia depende principalmente por el grado de finura y por la cantidad de agregados que conforman al cemento. Esta particularidad, define dos tipos de cementos: los de grado corriente y los de alta resistencia.

Los cementos de grado corriente, son formados por partículas de molienda más gruesa y contienen una mayor de cantidad de agregados puzolánicos o siderúrgicos.

---

[7] Manual de Hormigón Premezclado, ACHEPH.

Los cementos de grado alta resistencia, son formados por partículas que pasan por una molienda más fina y contienen una baja cantidad de agregados puzolánicos o siderúrgicos.

2.2.2 AGUA

Este elemento cumple dos funciones al incorporarse en el hormigón:

1. Al unirse con el cemento, permite el proceso químico de hidratación, esencial para que éste endurezca y desarrolle sus propiedades resistentes.
2. Humedece superficialmente los elementos del hormigón, entregando la propiedad de la trabajabilidad del producto, primordial para su manipulación en obra.

Las condiciones de calidad del agua a utilizar no debe comprometer el proceso de endurecimiento de la pasta de cemento.

“Estas condiciones son definidas en la Norma NCh 1498, pudiendo señalarse que son cumplidas por el agua potable” (Manual del Hormigón Premezclado, ACHEPH).

2.2.3 ÁRIDOS

Son materiales pétreos que pasan a constituir un tipo de esqueleto inerte del hormigón. Es el elemento que se encuentra en mayor cantidad del producto, formando un 75% aproximadamente del volumen total; debido a esto deben cumplir ciertos requisitos:

- Variedad en los tamaños de los granos y en partes proporcionadas.
- Mínimo contenido de granos de tamaño menor a 0,08mm.
- La forma de las partículas lo más esféricas o cúbicas posibles.
- Baja porosidad, para reducir la absorción del agua.

- Alta resistencia propia de las partículas.
- Libres de compuestos químicos.
- Resistentes a los cambios de temperatura y humedad.

2.2.4 ADITIVOS

Se usan sólo si es necesario cambiar alguna propiedad del hormigón. Existe una gran variedad de aditivos, distinguiéndose principalmente por la propiedad del hormigón que regula o cambia.

Dentro de los tipos de aditivos se encuentran los Plastificadores, Aceleradores, Retardadores, Incorporadores de aire, Impermeabilizantes, Espumantes, entre otros.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

El hormigón se caracteriza estructuralmente por su gran resistencia a los esfuerzos de compresión. No así, para los esfuerzos de tracción y cortante, hecho que se logra superar al integrar barras de acero.

Dentro de las características físicas del hormigón, se pueden mencionar: ([8])

- **Densidad:** definida como la relación entre la masa y el volumen. El valor para el hormigón es aproximadamente de 2350 Kg/cm^3.
- **Resistencia a la Compresión:** en el caso del hormigón normal varía desde los 150 a 500kg/ cm^2, y para los hormigones especiales de alta resistencia pueden llegar a los 2000 kg/cm^2.

---

[8] Información extraída de wikipedía- Hormigón.

- **Resistencia a la Tracción:** sus valores bordean al décimo de la resistencia a la compresión.
- **Tiempo de Fraguado:** depende de la temperatura y la humedad ambiental.
- **Tiempo de Endurecimiento:** avanza con el paso del tiempo. Entre las 24 y 48 hrs. Logra el 50% de la resistencia máxima. A los 7 días el 75% y a los 28 días alcanza su máxima resistencia.

2.4 ESTADOS DEL HORMIGÓN

El hormigón, posterior a su elaboración pasa por dos estados; Hormigón en estado Fresco y Hormigón Endurecido. En cada uno de éstos presenta distintas propiedades, las cuales serán mencionadas a continuación:

2.4.1 HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO

La Norma NCh 171.Of.75 define Hormigón Fresco como “aquel que ha terminado su proceso de mezclado y aún no ha sido colocado, sin sobrepasar un tiempo de dos horas para los cementos de grado corriente y una hora para los cementos de grado de alta resistencia, tiempo que se mide desde el comienzo del amasado”.

En esta etapa el hormigón se comporta como un material plástico, por ende tiene la propiedad de adoptar fácilmente la forma que sea necesaria. Además, el hormigón puede experimentar ciertos fenómenos que mencionaremos para conocer su relevancia en éste.

Exudación: es el brote superficial del agua, la cual asciende debido a su menor densidad produciéndose un asentamiento[9] plástico del hormigón.

---

[9] Descenso que experimenta el hormigón fresco, según NCh 1019.Of 74

La consecuencia de este fenómeno, es la disminución de la calidad resistente del hormigón, debido a que la razón agua/cemento[10] aumenta.

La exudación puede reducirse, al aumentar la cantidad de finos y evitar el uso de hormigones muy fluidos.

Fisuración Plástica: estado en que el hormigón se agrieta superficialmente cuando éste aún se encuentra en forma plástica. Hecho producido por el secamiento del hormigón desde la superficie hacia el interior.

Una forma de evitar la fisuración plástica es impidiendo la evaporación superficial del hormigón, protegiéndolo del viento y el sol hasta que comience su proceso de curado.

2.4.2 HORMIGÓN ENDURECIDO

Esto es un proceso progresivo, que comienza desde que el cemento se une con el agua. El endurecimiento del hormigón, permite que éste vaya adquiriendo su capacidad de resistencia.

La resistencia del hormigón va aumentando con el pasar del tiempo; a mayor edad del hormigón es mayor su resistencia.

Otro factor es la razón agua/cemento, la cual si disminuye aumenta la resistencia del hormigón.

---

[10] Cuociente entre la masa de agua libre y de aditivos líquidos y la masa de cemento.

Variaciones de Volumen: durante el proceso de endurecimiento del hormigón, el volumen de éste aumenta si la humedad relativa es alta, y el volumen disminuye si la humedad es baja.

Durabilidad: si el hormigón ha sido diseñado y colocado correctamente, debe permanecer por mucho tiempo, sin embargo, no está libre del ataque de agentes físicos o químicos que afectan esta propiedad.

Dentro de los agentes físicos más comunes son los ciclos de hielo-deshielo y la erosión:

- **Los ciclos de hielo-deshielo:** se producen cuando existen variaciones de temperaturas bajo los 0ºC y sobre los 0ºC. Esto produce dilataciones y contracciones del material, provocando fisuras a la estructura.

  Esto puede ser evitado al agregar aditivos incorporadores de aire.

- **La erosión:** es provocado por el arrastre de partículas sólidas sobre la superficie del hormigón, las cuales al rozar sobre ésta producen daños considerables.

  Para prevenir este hecho, se deben ocupar hormigones de alta resistencia.

- **Los agentes químicos:** los más perjudiciales al hormigón son el clorhídrico, el sulfúrico, el nitrito y el fluorhídrico.

  Este tipo de daño se presenta en obras de hormigón destinadas a la mantención de estos químicos.

  Para impedir este problema, se deben colocar barreras que eviten el contacto directo entre el hormigón y estos agentes.

2.5 HORMIGÓN PREMEZCLADO

El Hormigón Preparado o Premezclado presentan y experimenta las características antes mencionadas, diferenciándose por ser producidos y distribuidos en Centrales Hormigoneras a un nivel de producción industrial.

La norma NCh 1934.Of92 define Hormigón Preparado al "hormigón dosificado en una central hormigonera, mezclado en la misma central o en un camión mezclador, transportado a un lugar predeterminado y entregado en el sitio de descarga".

El Manual de Hormigón Premezclado de la ACHEPH[11], lo denomina como Hormigón Premezclado y lo define como "a aquel hormigón que es suministrado por una empresa distinta de la que construye la obra, que se dedica principalmente a esta actividad y que cuenta con los recursos necesarios para dosificar, preparar y transportar el hormigón hasta la obra en la cual se ocupará".

Este producto presenta diversas ventajas para el rubro de la construcción, de las cuales, las más relevantes se mencionan a continuación: ([12])

- Extensa variedad de resistencia; hormigones desde los 5MPa a 60MPa.
- Fabricación de grandes volúmenes de hormigón en pocos minutos.
- Ahorro de mano de obra, durante la manipulación de éste.
- Planta dosificadora controlada electrónicamente.
- Durabilidad: diseño de mezclas resistentes a ambientes adversos y condiciones severas.
- Rapidez: la utilización de este material ayuda a aumentar la velocidad de construcción de las obras.
- Competitividad de costo total, respecto de otros materiales de construcción.

---

[11] ACHEPH: Asociación Chilena de Empresarios de Hormigón Premezclado.

[12] Hormigón premezclado: Eficiencia y modernidad; por Cristian Imbarak.

- Elimina la necesidad de tener plantas en obra, destinando la producción a una empresa que cuenta con el personal calificado.
- Disminución de espacio en obra para el almacenamiento y manipulación de materiales.
- Disponibilidad: presencia nacional y capacidad de instalar plantas para proyectos especiales.
- Amplia disponibilidad de horarios.
- Rapidez de los despachos.
- El mejoramiento continuo al interior de las empresas proveedoras favorece finalmente al usuario, debido a que entrega un material de mejor calidad a menor precio.
- Garantía de calidad otorgada por las empresas de hormigón premezclado.
- Ayuda técnica al usuario.

Debido a la gran cantidad de ventajas que conlleva el uso de este material, el consumo ha ido en ascenso con el pasar de los años. La siguiente tabla muestra los volúmenes de hormigón premezclado despachados a lo largo del país, diferenciando el consumo en la región metropolitana y el resto de regiones.

Tabla Nº 1: DESPACHOS HISTÓRICOS DE HORMIGÓN PREMEZCLADO EN M3

AÑO	R.M	Otras Regiones	Total País
2000	1.753.025	2.040.522	3.793.547
2001	1.860.036	2.390.644	4.250.679
2002	2.158.844	2.043.868	4.202.712
2003	2.411.808	2.078.910	4.490.718
2004	2.657.797	2.374.542	5.032.339
2005	2.891.635	2.997.557	5.889.191
2006	2.788.374	2.937.087	5.725.461
2007	3.098.844	3.020.986	6.119.830
2008	3.392.830	3.660.113	7.052.942

Fuente: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.

CAPITULO III

CEMENTO

3.1 RESEÑA HISTÓRICA

En Egipto se registran los primeros indicios de la utilización de un material similar al cemento, los cuales un crearon un mortero al mezclar yeso y lodo para la construcción de las pirámides.

Posteriormente, en Roma formaron una mezcla de cal con cenizas volcánicas de Pozzuoli, de la cual nació un cemento de gran resistencia y durabilidad, suficiente para crear grandes y famosas obras, tales como el Coliseo, el Panteón, la Basílica de Constantino, entre otras.

El primer cemento patentado fue el “Cemento Portland” el cual se formaba por la mezcla de arcilla y calcáreos, la cual se sometía a grandes temperaturas para luego ser molida hasta obtener un producto polvoriento. Este producto fue creado por Joseph Apsdin en el año 1824.

Hasta el año 1900 se produjo la revolución de la industria del cemento, marcada por dos grandes aportes, los experimentos de los químicos franceses Vicat y Le Chatelier que permitieron obtener un cemento de calidad uniforme. Y como segundo punto fue la invención y creación de los hornos rotatorios para la calcinación y el molino tubular para la molienda. ([13])

[13] Cemento, fabricación y clasificación. Cementos Bío-Bío.

En Chile, el año 1908 se fabricó el primer saco de Cemento Portland y fue fabricado por empresas El Melón, en la ciudad La Calera.

En 1948 nació la empresa “Cemento Blanco” de Polpaico. Y luego en el año 1957 se creó en la ciudad de Talcahuano la planta de Cementos Bío-Bío ([14])

3.2 FABRICACIÓN

La norma chilena Nch148.Of68 define al cemento como “un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire”.

La materia prima principal para la fabricación del cemento es el clínquer; elemento que se constituye por óxidos de calcio, silicio, aluminio y bajas proporciones de fierro. ([15])

El resto de las materias primas son el yeso, puzolana o escoria de alto horno, las cuales se mezclan con el clinquer, dependiendo del tipo de cemento que se requiera fabricar.

A continuación se describen las etapas que se realizan en la elaboración del cemento ([16]), el cual se inicia con la molienda de crudo.

3.2.1 MOLIENDA DE CRUDO

---

[14] Información obtenida de Memoria Anual ICH (www.ich.cl)

[15] Información extraída de la NCh 148.Of 68.

[16] Se consideró como referencia el proceso productivo descrito en Cemento- fabricación y clasificación; de Cementos Bío-Bío.

Se denomina Crudo a la mezcla de las materias primas del clínquer, previamente a ser sometidos al horno.

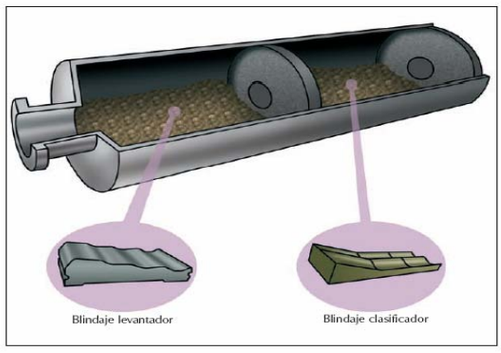
Esta mezcla se somete a un proceso de trituración para lograr su pulverización; estado necesario para que logre reaccionar químicamente durante la clinquerización.

La molienda se puede realizar de dos formas, proceso por vía húmeda y proceso por vía seca.

El primero se basa en mezclar los compuestos con la incorporación de agua. La mezcla se realiza en grandes estanques circulares equipados con peines giratorios, el cual permite diluir la mezcla. Luego esta mezcla pasa a un molino de bola **(fig.1)** obteniéndose así una pasta fluida, la que posteriormente es puesta en una prensa para extraer el agua de su contenido.

En el caso del proceso por vía seca, la mezcla se realiza a través de corrientes de aire, el cual es proporcionado por molinos de rodillos o de bolas. Con estos se produce un polvo fino, cuyo tamaño es inferior a 150 micrones.

Figura 1: Molino de Bolas.



Fuente: Los Áridos y el Cemento. Pdf.

3.2.2 HOMOGENEIZACIÓN

Este proceso tiene la finalidad de formar una mezcla con partículas de tamaños iguales. Para esto se usan estanques agitadores mecánicos en caso que se realice el proceso por vía húmeda

y si se realiza por vía seca, el crudo es colocado en silos y es agitado a través de la inyección de aíre comprimido.

3.2.3 ALMACENAMIENTO DE CRUDO

El crudo es depositado en silos, los cuales son capaces de mantener el crudo en grandes cantidades, siendo esto esencial debido a que el proceso a someterse posteriormente se realiza en un equipo que debe trabajar por tiempos prolongados. Debido a que éste corre riesgos de deterioro si este es detenido constantemente. Estos silos permiten trabajar por diez días continuos.

3.2.4 CLINQUERIZACIÓN

En esta etapa del proceso, los materiales homogenizados anteriormente son sometidos a altas temperaturas, permitiendo que se produzcan las reacciones químicas necesarias para obtener el clinquer.

El equipo que permite la realización de este proceso, son los hornos rotatorios, los cuales están compuestos por tubos de acero recubiertos en su interior de ladrillos refractarios.

El diámetro y longitud de los tubos depende de la capacidad de producción, donde los valores fluctúan entre los 2 a 6 metros de diámetro de 50 a 200 metros de largo.

El crudo al recorrer por el horno va experimentando cambios definitivos, dentro de los que podemos mencionar:

- Secado o perdida del agua libre.
- Deshidratación o pérdida de agua combinada.
- Disociación del carbonato de calcio.

- Clinquerización o combinación de lo diferentes óxidos para formar silicatos, aluminatos y ferroaluminatos de calcio.

3.2.5 ENFRIAMIENTO DEL CLÍNQUER

Este proceso se realiza con aire que pasa por sistemas de parrillas móviles o por tubos planetarios que giran alrededor del tubo del horno. Con esto se logra que el clínquer salga con una temperatura menor a los 150ºc. El clínquer al salir del horno se debe enfriar rápidamente, para evitar la descomposición del silicato tricálcico.

3.2.6 ALMACENAMIENTO DEL CLÍNQUER

Se debe mantener en lugares libre de contaminación y del contacto con el agua. Para esto es guardado en canchas techadas hasta lograr su completo enfriamiento.

3.3 MOLIENDA DEL CEMENTO

La molienda consiste en reducir el clínquer, yeso y otros componentes del cemento a un tamaño menor de 100 micrones, obteniendo un polvo muy fino.

Esta actividad se ejecuta en molinos de bola, conformado por tubos de acero los que son divididos en dos o tres cámaras, las que en su interior contienen bolas de acero ocupando un tercio del volumen del tubo. Cuando el molino gira produce el movimiento de las bolas de acero, atrapando el material entre ellas y las paredes del tubo; lográndose así la desintegración y pulverización del material.

3.3.1 ALMACENAMIENTO DE CEMENTO

El cemento es mantenido en silos de hormigón, los cuales en su interior poseen sistemas que permiten la agitación del cemento, para evitar la aglomeración y segregación por decantación de los granos gruesos.

3.3.2 ENVASADO Y DESPACHO

El cemento es envasado de diversas formas y cantidades, para así, cumplir con las diferentes peticiones del cliente.

Dentro de las formas de envasado son las bolsas de papel o polipropileno, en contenedores de fibra o plástico conocido como big-bag[17], y a granel el que es transportado en depósitos metálicos los que son descargados con inyección de aire.

La norma NCh 642.Of 99 específica que los sacos se pueden fabricar de los siguientes pesos:

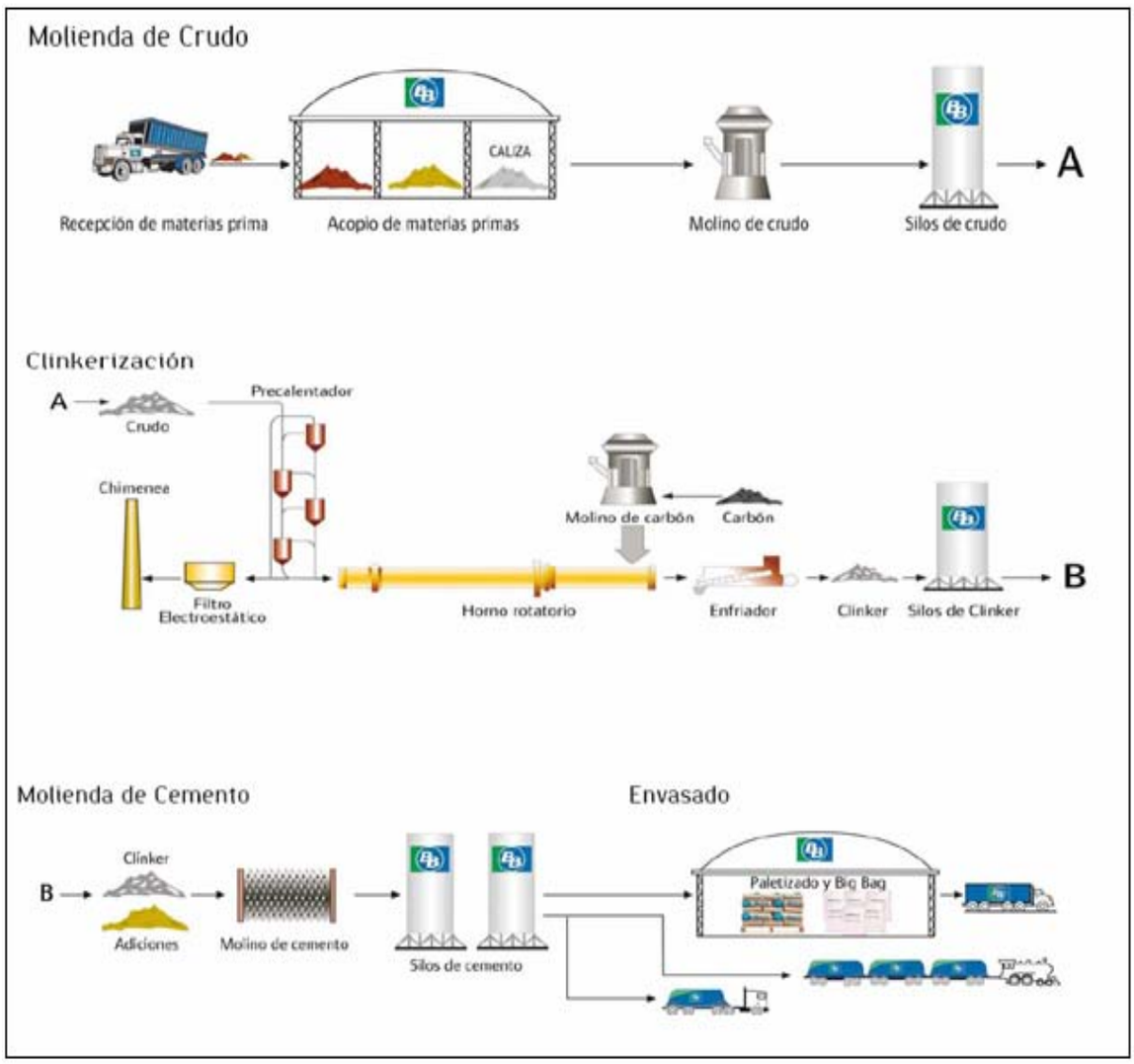
a) 50kg ± 3%
b) 42,5kg ± 3%
c) 25kg ± 3%

Además el material de los envases debe ser resistente a la radiación ultravioleta, y en cada uno de ellos se debe mencionar la marca del producto, contenido, clase y grado de cemento. ([18])

[17] Macrosacos cuya capacidad varía entre 1 a 2 toneladas de cemento.

[18] Se especifica en la norma NCh 642.Of99.

Figura 2: DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CEMENTO



Fuente: Cemento, fabricación y clasificación; por Cementos Bío-Bío.

3.4 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO

La norma NCh 148. Of68 “Cemento- terminología, clasificación y especificaciones generales” diferencia y denomina a los Cementos según su composición:

1. CEMENTOS PORTLAND

Este tipo de cemento se conforma por clínquer y yeso.

2. CEMENTO SIDERÚRGICO

Dentro de esta clasificación encontramos dos tipos de cementos:

a) Cemento Portland Siderúrgico: cuya composición debe tener hasta un 30% de escoria básica granular de alto horno.
b) Cemento Siderúrgico: debe tener un porcentaje de escoria básica granular de alto horno, entre un 30% y un 75% del producto terminado.

3. CEMENTO CON AGREGADO TIPO A

El agregado de tipo A se define como una mezcla de sustancias compuestas de un material calcáreo-arcilloso y otros materiales a base de óxidos de silicio, aluminio y fierro, según la NCh 148.Of68.

El cemento con agregado tipo A, tolera entre un 30% a 50% de este agregado. Y el cemento Portland con agregado tipo A tolera hasta un 30%.

4. CEMENTO PUZOLÁNICO

La puzolana es un material silíceo-aluminoso que actúa como aglomerante al entrar con contacto con el agua, la cual ayuda a reaccionar químicamente, según la NCh 148.Of68.

El cemento Portland puzolánico tolera hasta un 30% de puzolana y el cemento puzolánico debe tener entre un 30% a 50% de puzolana.

5. CEMENTOS ESPECIALES

Son aquellos cementos que se fabrican con los componentes antes mencionados, pero con requisitos y propiedades especificadas por el cliente.

Además se conocen los **CEMENTOS CORRIENTES** y de **ALTA RESISTENCIA**, cuya clasificación es según su resistencia a los esfuerzos de compresión y flexión.

Para mayor comprensión, en la siguiente tabla se especifican los valores que deben cumplir los cementos corrientes y de alta resistencia.

Tabla Nº 2: RESISTENCIAS DE CEMENTOS CORRIENTES Y DE ALTA RESISTENCIA.

RESISTENCIAS MÍNIMAS en Kgf/cm2			
Ensayo NCh 158.Of67	Grado	A los 7 días	A los 28 días
Compresión	Corriente	180	250
	Alta Resistencia	250	350
Flexión	Corriente	35	45
	Alta Resistencia	45	55

Fuente: Cemento, fabricación y clasificación. Cementos Bío-Bío

Tabla Nº 3: RESUMEN DE LOS TIPOS DE CEMENTOS SEGÚN COMPOSICIÓN

Denominación	Proporciones de los Componentes		
	Clinquer	Puzolana	Escoria de Alto Horno
Portland	100%		
Portland Puzolánico	≥ 70%	≤ 30%	
Portland Siderúrgico	≥ 70%		≤ 30%
Cemento Puzolánico	50-70 %	30-50%	
Cemento Siderúrgico	25-70%		30-75%

Fuente: Manual del Hormigón Premezclado, ACHEPH.

3.5 PROPIEDADES GENERALES DEL CEMENTO

Las propiedades del cemento son la: finura, peso específico absoluto o densidad real, tiempo de fraguado, consistencia normal, resistencias mecánicas y calor de hidratación. ([19])

1. FINURA

El tamaño de las partículas del cemento varía entre los 2 y 100 micrones. El cemento logra ser más activo si su tamaño varía entre los 3 y 30 micrones. Dependiendo del tamaño de los granos del cemento varía su tiempo de hidratación.

---

[19] Cementos; fabricación y clasificación; por Cementos Bío-Bío.

2. PESO ESPECÍFICO ABSOLUTO O DENSIDAD REAL

Peso específico o densidad real se define como la relación entre el peso del cemento y el volumen real que ocupan las partículas de cemento.

3. TIEMPO DE FRAGUADO

Se define como el tiempo que transcurre desde que se forma la pasta (cemento más agua) hasta que esta endurece, perdiendo su plasticidad.

4. CONSISTENCIA NORMAL

Es la cantidad de agua expresada en porcentaje de peso del cemento, que confiere a la pasta una plasticidad determinada.

5. RESISTENCIAS MECÁNICAS

Todo tipo de cemento se diseña para que logre distintas resistencias en un determinado tiempo, ya sea a flexión o tracción.

6. CALOR DE HIDRATACIÓN

Durante el proceso de fraguado del cemento suceden reacciones químicas, lo que produce segregación de calor. Por lo tanto depende de los componentes químicos del clínquer la cantidad de desprendimiento de calor.

3.6 CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO

3.6.1 ORÍGENES

En el año 1939 en la ciudad de Chillán ocurre una catástrofe natural que deja grandes daños para las construcciones de aquella época. Este hecho colocó en tabú la calidad de las construcciones en Chile.

Es por esto que durante el gobierno del presidente don Pedro Aguirre Cerda, el día 8 de febrero de 1941 se dictó el Decreto Nº 530 referente al Control de Cementos.
En este Decreto se establece como organismo oficial de Control de Calidad de los Cementos al Taller de Resistencias de Materiales de la Universidad de Chile, en la actualidad llamado Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales (IDIEM).

Principalmente en su contenido del Decreto se especifican las bases en que se deberá desarrollar el Control de Calidad de los Cementos, considerando los ensayos físicos y los análisis químicos a que debe someterse al cemento nacional o importado. Los ensayos se basan principalmente en la norma extranjera DIN 1164 de 1932 sobre ensayos de resistencia mecánica. ([20])

3.6.2 CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO EN CHILE

Todo cemento utilizado en Chile, ya sea producido en el país o importado, debe cumplir con las exigencias especificadas en las Normas Chilenas.

Los cementos fabricados en Chile son muestreados según la NCh162.Of877 y certificados por un laboratorio acreditado por el INN.

Los cementos importados se someten a los mismos controles del cemento nacional, extrayendo sus muestras según NCh162.Of877 para cementos en bolsas o a granel. Para que estos cementos sean ingresados al país, la aduana solicita un certificado del IDIEM donde se acredita al control de calidad, el cual será realizado por este laboratorio antes de la utilización o comercialización de este cemento. ([21])

---

[20] Boletín Hormigón al día (Vol. 2). Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile

[21] Boletín Hormigón al día (Vol.2). Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.

Dentro de una Planta de Cemento se llevan a cabo dos tipos de controles; uno interno y otro externo.

El control interno es realizado por un laboratorio de la empresa y el control externo es realizado por un laboratorio independiente a la empresa productora de cemento. Los cuales toman una muestra representativa del cemento producido y lo someten a los ensayos necesarios para comprobar la calidad del producto.

Actualmente las Plantas Cementeras utilizan sistemas de alta tecnología para el control de calidad. Es así como en la Planta de Curicó de Cementos Bío-Bío cuenta con un sistema robótico Robolab, el cual es capaz de manipular, preparar y realizar análisis químicos completos del cemento.([22]) Estos controles pueden programarse con la periodicidad que se requiera.

El uso de estos sistemas permite controlar y asegurar la calidad del cemento, desde el inicio hasta el fin del proceso.

---

[22] Manual Cementos Bío-Bío. Cemento, fabricación y clasificación.

CAPITULO IV

ÁRIDOS

4.1 CONCEPTOS GENERALES

Los áridos se definen como un “material pétreo cuyas partículas son duras, de forma y tamaño estable”. (NCh 163. Of.79)

Los áridos son esenciales para la formación del hormigón donde cumple la función de oponerse a la retracción de éste.

Este material se caracteriza por ser una materia prima económica y abundante.

Una de las clasificaciones de los áridos, es según su origen. Distinguiéndose los áridos naturales, tratados o reciclados. ([23])

El árido natural es aquel que luego de ser extraídos de yacimientos naturales, no pasa por ningún tratamiento. Estos son hallados en graveras, canteras u otro tipo de yacimiento al aire libre. El árido natural o rodado, proporciona hormigones más dóciles y trabajables, requiriendo menor cantidad de agua.

El árido tratado o machacado, es aquel material que viene de un proceso industrial y ha sido sometido a alguna modificación físico-químico o de otro tipo. Estos áridos proporcionan una

[23] Obtenido de: ¿Qué son los áridos? ANEFA.

mayor trabazón que se refleja en una mayor resistencia del hormigón, especialmente a la tracción, y la resistencia química.

El árido machacado debe estar desprovisto de polvo de machaqueo, pues produciría un incremento de finos en el hormigón y por tanto mayor cantidad de agua de amasado, menor resistencia y mayor riesgo de fisuración. ([24])

El árido reciclado o sintético, se forma por elementos de distinta procedencia; pudiendo ser productos de desecho, subproductos de procesos industriales, material originarios de demolición o de reciclado de áridos manufacturados.

Los áridos que serán utilizados para la producción del hormigón deben estar formados por elementos duros, limpios, libres de partículas blandas, terrones, arcilla, impurezas orgánicas y toda sustancia que pueda afectar la resistencia del hormigón. Además los áridos deben tener forma lo más regular posible, debido que favorece a la trabajabilidad del hormigón y requiere de menor cantidad de agua.

Otra de las clasificaciones de los áridos es según su tamaño, identificándose como arenas y gravas.

La arena es el “árido que pasa por el tamiz de abertura nominal de 5mm y es el retenido en el de 0.08mm…”; según la NCh 163.Of 79.

La grava es el “árido retenido en el tamiz de abertura nominal de 5mm…”; según la NCh 163.Of 79.

---

[24] Áridos rodados y machacados. Pdf.

La grava a su vez se subclasifica según los tamaños limites de sus partículas. Para mayor detalle, la siguiente tabla define los áridos según tamaño. ([25])

Tabla Nº4: CLASIFICACIÓN DE ÁRIDOS SEGÚN TAMAÑO

Árido	**Tamaño (mm)**
Arena	A < 5
Gravilla	5 ≤ g ≤ 20
Grava	20 < G ≤ 40
Grava Gruesa	GG > 40

Fuente: www.holcim.com

4.2 FORMAS DE EXTRACCIÓN

La extracción de los áridos es la actividad que implica el movimiento y sustracción de arenas, rocas u otros materiales útiles y aplicables a la construcción.

Existen diversas formas de extracción, dentro de las cuales podemos mencionar: ([26])

- **BANCOS DE SEDIMENTACIÓN:** la extracción de arenas y rocas se realizan a través de maquinarias ubicadas en las riberas de los ríos o cursos de agua. (**foto 1**)

- **CAUCE DE RÍO:** este tipo de faenas se realizan dentro del cauce de un río, extrayendo el material excedente, producto del arrastre de las aguas. (**foto 2**)

[25] Áridos para morteros y hormigones-Pétreos.

[26] Obtenida de Wikipedía. Grava. Pdf.

- **POZOS SECOS:** este tipo de actividad son desarrolladas a tajo abierto, y consiste en la explotación de antiguos depósitos fluviales y glacio-fluviales.

- **CANTERA:** este tipo de actividad se basa principalmente en la explotación de macizos rocosos o formaciones geológicas, a través de tronadura o voladura, basadas en el uso de explosivos. **(foto3)**

Foto 1: Extracción de áridos desde bancos areneros.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

Foto 2: Extracción de áridos en Cauce del Rio.

Fuente: Fotografía facilitada por Sr. Daniel Bertrán;
Jefe de Planta de Áridos Chumpullo (Valdicor), Valdivia.

Foto 3: Extracción desde una cantera.

Fuente: Los áridos y el cemento. Pdf.

4.3 NORMATIVA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS

La extracción de los áridos se rige por las siguientes normas: ([27])

Decreto Ley N° 3.063 sobre Rentas Municipales

La extracción de áridos se considera como una actividad gravada, dejándola sujeta al pago de una patente municipal.

Ley de Impuesto a la Renta

Indica que este tipo de actividad debe cancelar un impuesto de primera categoría, debiendo aplicar una tasa de un 15% sobre la renta obtenida.

Ley Nº 19.300

Esta ley hace referencia al Impacto Ambiental, cuyo punto debe ser considerado al momento de la Evaluación del Proyecto.

---

[27] Información extraída de Pdf. ¿Es posible extraer áridos sin dañar el suelo?

Esta ley define según actividades, si el proyecto debe realizar Estudio o solo Declaración de Impacto Ambiental.

En el caso de que se proyecte extraer menos de 80.000m^3 durante la vida útil del proyecto solo se debe realizar Declaración de Impacto Ambiental, y si la cifra es mayor a 80.000m^3 debe realizar Estudio de Impacto Ambiental.

Conama[28] es el organismo que se encarga de controlar constantemente las actividades causantes de Impacto Ambiental.

Subsecretaría de Transporte

Exige que los vehículos que transportan áridos, deben viajar protegidos por toldos que eviten el derrame de las partículas, y se recomienda trasladar áridos húmedos para evitar la segregación de partículas.

Ley N° 18.362

Trata sobre Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, que establece que el Ministerio de Agricultura a través de la CONAF será la encargada de administrar, vigilar y otorgar concesiones sobre las unidades de manejo que integran el SNASPE[29] para cumplir con los objetivos del plan de manejo.

Dentro de la normativa nacional de esta actividad se diferencia la extracción en suelos privados y suelos de bienes nacionales:

---

[28] CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

[29] SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

- **Extracción de áridos desde Suelo Privado:** debido a que no existe norma especial para esta actividad, se debe recurrir al Derecho Común. Del cual se extrae que “los áridos pertenecen al dueño del suelo en donde se encuentran, pudiendo su titular aprovecharlos directamente o enajenarlos a terceros”.
- **Extracción de áridos desde Bienes Nacionales:** según el Código Civil “bienes nacionales son aquellos cuyo dominio pertenece a toda la nación”, y “si su uso pertenece a todos los habitantes de la nación se denominan bienes nacionales de uso público” y “los bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes del Estado o bienes fiscales”.

La extracción en territorio de bienes nacionales de uso público se refiere a las riberas de los ríos, lagos o mar. Aunque se necesita de la concesión de la autoridad respectiva, su proceso jurídico dependerá de la ubicación del rio, lago o mar.

Para obtener la autorización de desarrollar la actividad de extracción de áridos en un curso de agua, se debe iniciar solicitando la concesión de explotación; la cual es otorgada por la Municipalidad respectiva a la zona.

La municipalidad requiere de las autorizaciones técnicas y ambientales, para la aprobación del proyecto. La autorización técnica es otorgada por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, la cual, luego de examinar el estudio técnico del proyecto aprueba o rechaza la ejecución de éste. ([30]) Dejando como organismo fiscalizador a la Dirección de Obras Hidráulicas.

[30] Información extraída de ficha del “Proyecto extracción de áridos en rio Rahue sector Fundo El almud”.

Existen ríos y lagos de nuestro país, donde la actividad de extracción de áridos es autorizada y fiscalizada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante Nacional (DIRECTEMAR), área dependiente de la Armada de Chile.

Los ríos y lagos que son fiscalizados por este organismo son los ríos navegables; definido como todo río o cuerpo de agua, en donde una embarcación pueda desplazarse con un peso igual o superior a 100 toneladas de registro grueso[31].

En definitiva, los ríos navegables son fiscalizados por DIRECTEMAR y los ríos no navegables son fiscalizados por la Dirección de Obras Hidráulicas. Algunos de los ríos navegables son el Calle-Calle, Lingue, Valdivia y afluentes navegables, Tornagaleones, entre otros. ([32])

4.4 PROCESAMIENTO DE LOS ÁRIDOS

Luego de ser extraído el material pétreo debe someterse a un proceso, cuyo fin es lograr las características finales de los áridos para su posterior utilización.

Este proceso se inicia con el traslado del material a la zona de tratamiento de los áridos. Los áridos son transportados en camiones tolvas el cual deposita el material en acopios, donde quedan a la espera de ser tratados. **(foto4)**

---

[31] Tonelada de registro grueso (T.G.R), es una tonelada métrica de desplazamiento de agua.

[32] Reglamento sobre concesiones marítimas de la Armada de Chile.

Foto 4: Áridos naturales previo a tratamiento de chancado.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

4.4.1 TRITURACIÓN Y MOLIENDA

Esta etapa del proceso tiene como objetivo disminuir el tamaño de las partículas.

Para iniciar esta etapa, el material es transportado por un cargador frontal y depositado a un buzón. **(foto5)**

Luego el material pasa por un sistema de bandas transportadoras. **(foto6)** Al iniciar el recorrido de los áridos por las cintas transportadoras, se retira todo elemento distinto a un material pétreo; principalmente maderos, metales u otros presentes en la zona de extracción. **(foto7)**

Luego el material pasa por un sistema de chancadores, los cuales cumplen la función de triturar los pétreos de mayor tamaño y conseguir el diámetro máximo necesario para su uso.

Durante el proceso de trituración, se somete generalmente al árido por tres fases.

El tratamiento primario se basa en someter los áridos de mayor tamaño, bolones, por un chancador de mandíbula; ingresando áridos de 3' para obtener partículas de 2', relativamente. **(foto8)**

Luego, las partículas pasan por un chancador de cono, el cual permite disminuir los áridos a un tamaño intermedio; desde áridos de 2' a 1 ½'. **(foto9)**

Finalmente los áridos, se ingresan al chancador de eje vertical, el cual logra un árido más fino, de tamaño inferior a 1 ½’.

Foto 5: Buzón.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Chumpullo (Valdicor), Valdivia.

Foto 6: Sistema de bandas transportadoras.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno

Foto 7: Maderos encontrados entre los áridos.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

Foto 8: Chancador de Mandíbula.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

Foto 9: Triturador de Cono.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Chumpullo (Valdicor), Valdivia.

La siguiente tabla, menciona el tipo de chancadores usado en cada fase de trituración y los tamaños obtenidos: ([33])

Tabla Nº 5: ETAPAS DE TRITURACIÓN Y EQUIPOS UTILIZADOS.

Etapa	Rango de Aplicación	Máquina
Trituración primaria	Convierte el material a tamaño entre 4" y 10"	Mandíbulas
Trituración secundaria	Se obtiene entre 1" a 3"	Conos Rodillos Martillos Impactor
Trituración terciaria	Convierte de 1" a 3" en 1/4" a 3/4"	Conos Rodillos Impactos
Trituración cuaternaria	Obtiene productos inferiores a 1/4"	Conos Molinos barras Molinos bolas Impactos Micronizados

Fuente: www.concretonline.com

4.4.2 CLASIFICACIÓN

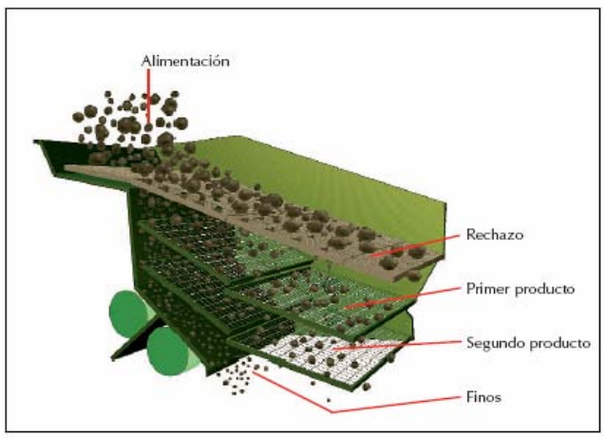
Durante el proceso de trituración, se ubican los equipos de clasificación, las cribas o harneros.

Las cribas permiten seleccionar los áridos según su tamaño, debido a que están provistas por mallas de diferentes tamaños por donde pasan los áridos. **(Fig.3)**

[33] Tabla extraída de Áridos: clasificación, manipulación y acopio.

La primera criba se ubica antes del primer chancador obteniendo los áridos rodados, el resto de las cribas permiten seleccionar los áridos de los distintos tamaños requeridos. **(foto10)**

Figura 3: Esquema de una criba.



Fuente: Los áridos y el cemento. Pdf.

Foto 10: Clasificación final de áridos.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

4.4.3 LAVADO

En esta fase se debe eliminar toda sustancia que perjudica la adherencia entre árido y cemento. Toda presencia de arcilla, lodo u otra sustancia debe eliminarse para asegurar la calidad de los áridos.

Para la limpieza de las arenas, se utiliza el tornillo lavador de arena**. (foto11)**

Luego del lavado de arenas, se elimina el material fino mediante un sistema de tuberías el cual las desvía al rio. **(foto12)**

Foto 11: Tornillo Lavador de arena.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Chumpullo (Valdicor), Valdivia.

Foto 12: Evacuación de material fino.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Dowling & Schilling. Osorno.

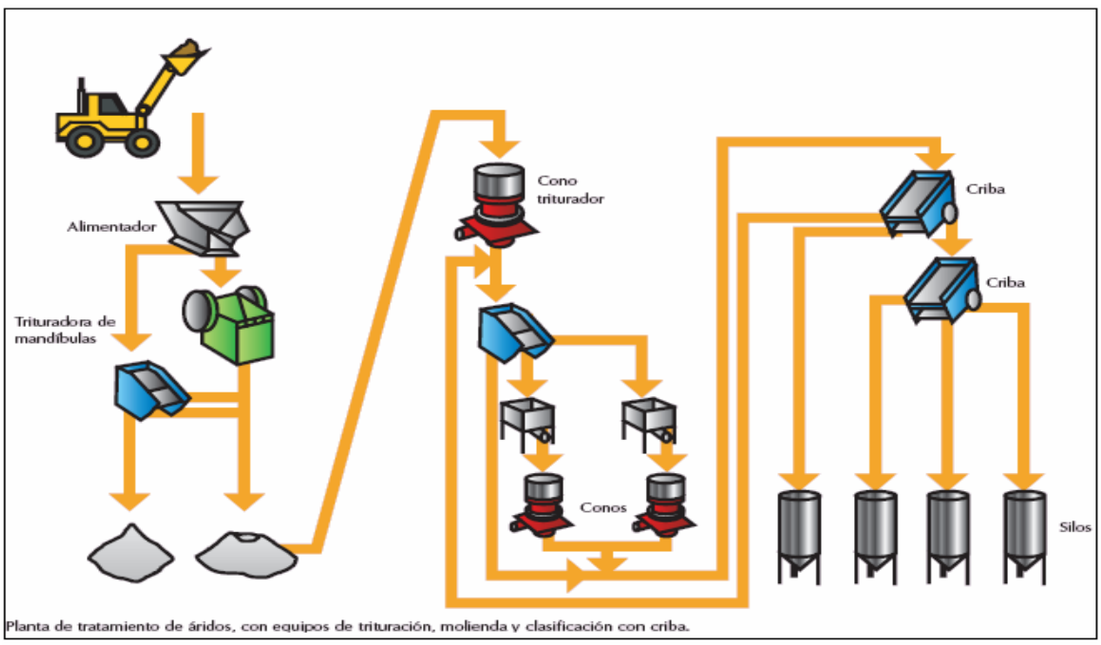
4.4.4 ALMACENAMIENTO

Los áridos son mantenidos en silos o en acopios. Siendo el método más usado los acopios, donde los áridos son expuestos al aire libre, separados según el tamaño de las partículas. **(foto13).** La altura de acopio no debe superar una altura de 5m. Para evitar la inestabilidad de éste.

Foto 13: Acopio de arena y grava.

Fuente: Visita a Planta de Áridos Chumpullo (Valdicor), Valdivia.

Figura Nº 4: ESQUEMA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS



Fuente: Los Áridos y el Cemento. Pdf.

CAPITULO V

CENTRAL DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

5.1 CONCEPTOS GENERALES

Una Central de Hormigón Premezclado tiene como función producir, transportar y entregar Hormigón Premezclado a las diversas obras donde sean contratados sus servicios.

Existen dos tipos de centrales hormigoneras, las dosificadoras y mezcladoras.

Central dosificadora es “una planta en la cual se miden y pesan los componentes del hormigón y se cargan en el equipo amasador rodante”; según la NCh 1934.Of92.

Central amasadora es “una planta en la cual se miden, pesan y amasan completamente los componentes del hormigón y se cargan en el equipo de transporte”; según la NCh 1934.Of92.

Las centrales dosificadoras se caracterizan por ser más simples y económicas. El volumen de producción es únicamente limitado por el número y capacidad de camiones mixer.

En el caso de las centrales mezcladoras permiten una mayor coordinación y control de la calidad del proceso. Debido que no se depende del operador mixer, ni la medición del agua ni del tiempo de amasado, lo hace que posible la producción de hormigones más uniformes.

Uno de los objetivos de este servicio es lograr la confianza del cliente, el cual debe contar con la seguridad que recibirá un producto con las características requeridas por éste, ya sea con el cumplimiento técnico del hormigón solicitado, el horario pactado y un servicio de buena calidad.
Para el logro de estos requisitos, la empresa distribuidora de Hormigón Premezclado cumple con un sistema de actividades que permiten la producción y entrega de un producto de calidad garantizada.

La empresa distribuidora de hormigón premezclado, debe iniciar con trabajar con proveedores que cumplan entregando productos de buena calidad y otorguen disponibilidad de productos y de servicio.

Un caso especial sucede con el Cemento debido a que cada empresa distribuidora de Hormigón cuenta con su propio proveedor de cemento, hecho que permite una constante disponibilidad del producto y seguridad de calidad del producto.

En el caso de Lafarge Hormigones (Premix) trabaja en conjunto a Cemento Melón, Ready Mix trabaja con Cementos Bío-Bío y Pétreos con Cemento Polpaico.

5.2 RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Para que una Central Hormigonera tenga una correcta y fluida producción de Hormigón Premezclado, se debe contar con una buena coordinación con los proveedores los que deberán entregar sus productos por las vías más adecuadas para preservar la calidad de éstos. Para cumplir con este objetivo las materias primas son transportadas por medios que permitan mantener sus propiedades y que se distribuyan en volúmenes industriales.

En el caso de los áridos, son transportados en camiones tolvas, cuyo medio permite transportar volúmenes de entre 18 a 23 m^3. Al llegar a la Central Hormigonera, el conductor del camión Tolva se encarga de entregar la guía de despacho, donde se especifica el tipo y cantidad de material que se transporta.

Luego de ser recepcionada y firmada la guía, se descarga el material en los acopios correspondientes. **(foto14)**

El cemento puede llegar a la Central Hormigonera en forma de sacos, macrosacos o a granel. El sistema a utilizar depende principalmente de la distancia que haya entre las Plantas Cementeras y las Centrales Hormigoneras.

Todo producto que llegue Planta viene con una guía de despacho, en la cual se especifican la cantidad y tipo del producto.

Para el caso del cemento a granel, además de la guía de despacho se viene con una ficha de pesaje y sello. El sello debe coincidir con los números especificados en la guía de despacho, para verificar si corresponde al producto. Se deben realizar dos pesajes, antes y después de la descarga, para así comprobar que se descargo la totalidad del cemento.

Para el transporte del cemento a granel es en camiones cisternas o granelero, los cuales se forman esencialmente de un tanque a presión que permite cargar el cemento en silos por gravedad debido a que está provisto de una compresora para la descarga del material. **(foto15)** El conductor del camión es el encargado de regular los controles para dar la mezcla adecuada de aire y cemento durante la descarga.

Foto 14: Descarga de áridos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 15: Camión granelero.

Fuente: www.lafarge.cl

5.3 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Estos procesos se deben realizar para preservar la calidad y evitar el deterioro o contaminación de las materias primas durante su estadía y uso en una Planta de Hormigón Premezclado.

5. 3.1 ALMACENAMIENTO

ÁRIDOS

Los áridos serán almacenados en acopios, los cuales deberán estar separados por barreras para evitar que se unan los áridos de distintos tamaños. **(foto16)**

Estas barreras están conformadas por bloques de hormigón, muros u otro similar que evite el contacto con los áridos adyacentes.

El tamaño y cantidad de los acopios dependen esencialmente del espacio disponible de la planta.

Los acopios se disponen según el tamaño de las partículas y cada uno de estos debe contar con un cartel donde se identifique el tipo, nombre y tamaño del árido. **(foto17)**

Foto16: Acopios de áridos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 17: Carteles de identificación de áridos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

CEMENTO

Existen tres formas de recepcionar el cemento, en sacos, big-bag o a granel.

Granel

El cemento a granel llega a la planta en camiones graneleros, los que depositan el producto en silos, mediante un sistema de bombeo.

Los silos son elementos verticales, de forma cilíndrica y sección circular. Sus diámetros fluctúan entre los 2,4 a 2,8 metros. **(foto18)**

Estos silos son de acero, material que permite proteger al cemento de los factores climáticos que puedan perjudicar y alterar la calidad de éste. Para que esto se cumpla, deben ser revisados periódicamente para comprobar su sellado completo y detectar a tiempo cualquier tipo de filtración.

Debe existir un silo para cada tipo de cemento, el cual debe estar identificado a través de un cartel. **(foto19)**

La capacidad de almacenamiento de los silos fluctúa entre los 35 a 150 toneladas y en volumen de 26 a 106m^3, donde su volumen y cantidad de silos a utilizar depende del tamaño de la Planta y el nivel de producción de ésta.

Foto 18: Silos de cemento.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 19: Identificación del tipo de cemento.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Sacos y Big-Bag

En el caso de utilizar cemento en sacos o big-bag, deben ser almacenados en un lugar bajo techo o cubierto con algún material impermeable. Además deben ser colocados sobre pallet de madera u otro material que impida el contacto directo con el suelo. **(foto20)**

Los sacos deben ir apilados, de manera de minimizar la circulación del aire. En caso de tener que permanecer menos de dos meses se pueden apilar hasta doce bolsas, pero si es mayor el tiempo se deben apilar hasta la altura de ocho sacos.

Los big-bag deben ir apilados uno sobre otro, con un máximo de 3 big-bag. **(foto21)** Se debe aplicar el sistema de FI-FO[34] el que consiste en utilizar lo primero que ingresa, para así lograr una renovación constante.

Foto 20: Almacenamiento de sacos de cemento.

Fuente: Visita a Ready Mix, Planta Osorno.

[34] First In- First Out : “lo primero que ingresa, primero lo que sale”

Foto 21: Almacenamiento de los big-bag.

Fuente: Visita a Ready Mix, Planta Osorno.

ADITIVOS

Granel

Se mantiene en estanques plásticos, cuya capacidad varía según el nivel de producción de la Planta. Los volúmenes varían entre los 500, 1000, 3000 o 5000lts. **(foto22)**

Los estanques deben estar perfectamente identificados con carteles, donde se deben mencionar el tipo de aditivo y nombre del aditivo. Además se deben mantener entre los 5º y 30º C de temperatura.

Tambores

Estos elementos deben estar identificados y ordenados según tipo de aditivo. **(foto23)**

Además se deben proteger de las temperaturas extremas.

Foto 22: Estanques de aditivos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 23: Almacenamiento de aditivos en tambores.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

5.3.2 MANIPULACIÓN

ÁRIDOS

Los áridos son retirados desde los acopios a través de cargadores frontales, aplicando el sistema FI-FO. **(foto24)**

Los cargadores frontales permiten depositar el material directamente a los arcones de la planta o al buzón si existiese. El buzón es un elemento que evita el ingreso de bolones, debido a que posee una rejilla de abertura máxima de 10cm.

Los áridos son transportados en cintas transportadoras hacia los arcones donde quedan depositados para su uso posterior.

El operador del cargador maneja los controles de dirección de la cinta transportadora que llevara los áridos a los arcones correspondientes, los cuales se encuentran identificados mediante carteles. **(foto25)**

En las zonas de circulación cercanas a los acopios deben ser regadas regularmente, para evitar el levantamiento de finos que pueden llegar sobre los áridos y contaminarlos.

Foto 24: Cargador frontal manipulando áridos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 25: Arcones de los áridos.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

CEMENTO

Granel

Debido a que su sistema de trasvasije del camión a los silos se realiza a través de mangueras, éstas y las conexiones se deben mantener en buen estado, para evitar fugas al momento de realizar esta actividad.

También se debe controlar la presión de aire durante el trasvasije, para esto se permite una presión de 1.5Kg/cm^2 debido a que una presión superior dañaría el sistema de filtros del silo.

Durante las temporadas del año, en que se presenten altas humedades ambiente se debe revisar el sellado e interior de cada silo para impedir la formación de grumos en el interior, los que podrían dañar o detener el sistema de pesaje de la planta.

Big-Bag

Se manipulan en grúa horquilla o cargador frontal. Los big-bag son vaciados directamente en la tolva de trasvasije con sistema sin fin o en la bomba de trasvasije con sistema de aire. **(foto26)** Por lo tanto, se debe mantener limpio el interior de la tolva o bombona de trasvasije.

Sacos

En el caso de utilizar cemento en sacos, su descarga se ejecuta manual y directamente al camión mixer. Por ende, se debe mantener la cantidad exacta de sacos a agregar por mixer.

Foto 26: Descarga de cemento en big-bag.

Fuente: Visita a Ready Mix, Planta Osorno.

ADITIVOS

Granel

Los estanques son rellenados con el uso de bombas, las cuales permiten el trasvasije desde los camiones distribuidores de este material a los estos elementos.

Durante este proceso se debe evitar los derrames y pérdidas de material.

La medición del aditivo se realiza por métodos automatizados.

Tambor

Los tambores se colocan en forma horizontal sobre una plataforma. Para medir el aditivo en tambores, es a través de baldes o envases graduados.

5.4 PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

El proceso de producción del Hormigón Premezclado se puede dividir en tres grandes etapas; Comercialización, Producción y Transporte. Las cuales se deben realizar sistemáticamente con el fin de entregar un producto y servicio de alta calidad.

5.4.1 COMERCIALIZACIÓN

Al requerir hormigón premezclado, se procede inicialmente a realizar la cotización del producto, la cual puede ser posible por distintas vías para facilitar el servicio. Si el cliente no puede acudir personalmente a la central, tiene la opción de enviar por vía e-mail, fax o telefónica los requisitos del producto, especificando el tipo de hormigón, cantidad u otro similar.

Luego se realiza una salida a terreno, para ver si la ruta a la obra es accesible por los camiones mixer. Para comprobar esto, se deben observar con detalle las siguientes características:

- Tipo de material de la ruta a la obra (hormigón, asfalto u otro)
- Curvas y pendientes riesgosas.
- Medir las distancias y tiempos de demora.
- Existencia de puentes y cargas permisibles de éstos.
- Existencia de cables eléctricos a bajas alturas.
- Otros.

Si estos puntos existen deben analizarse para buscar posibles soluciones o rutas alternativas, de lo contrario no se podrá efectuar la venta.

Si no existen problemas para el acceso a la obra y para el cliente es conveniente la cotización, se continúa con el proceso.

Para efectos de venta, se puede hacer en efectivo o crédito.

En el caso de solicitar crédito, se debe revisar los antecedentes financieros, si no existen registros de deuda se aprueba el crédito, de lo contrario se desaprueba.

Ya realizada la venta, se debe crear la ficha de obra, en este documento se especifican los datos de la empresa y de la obra, especificaciones de los productos y volúmenes contratados.

5.4.2 PRODUCCIÓN

5.4.2.1 PROGRAMACIÓN

Para el inicio del proceso productivo, se debe realizar la programación de los despachos, la cual se puede efectuar personalmente o por vía e-mail, fax o telefónica. Independiente del método de comunicación utilizado, debe quedar registro de cada uno de éstos.

Se recomienda realizar una programación semanal, para que en Planta se puedan coordinar con los requerimientos de materias primas y con la disponibilidad de camiones mixer.

En la programación se debe especificar la fecha del despacho, el volumen de hormigón, el tipo de hormigón, el horario y frecuencia de los despachos.

Los datos que se deben nombrar en detalle, son los siguientes: ([35])

- **Tipo de hormigón, según su uso.**

H: para todo tipo de hormigón, seguido de su resistencia a la compresión en MPa.

---

[35] Manual de productos y servicios; Hormigones. Cementos Bío-Bío.

HF: Hormigón resistente a la Flexotracción.

HP: Hormigón para Pavimento

HS: Hormigón calculado según cantidad de cemento por m^3 de hormigón compactado.

M: morteros, clasificados según su dosificación en volumen o resistencia a la compresión.

- **Se debe especificar su resistencia.**

  Ej. H**30** ⟶ Hormigón con una resistencia a la compresión de 30 MPa.

- **Nivel de Confianza.**

  La norma NCh 170, define al nivel de confianza como “fracción, expresada en porcentaje o en fracción decimal, de resultados iguales o mayores que un valor especificado”.

  Los valores más comunes son un 95, 90, 85, 80.

- **Tamaño Máximo Nominal del Árido.**

  La norma NCh 163, define este concepto como a la abertura del tamiz inmediatamente menor que el tamaño máximo absoluto de un árido, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa de un árido.

  Este valor se expresa en milímetros.

- **Docilidad.**

  Es la facilidad del hormigón fresco para ser transportado, colocado y compactado sin que se produzca segregación, según la NCh 1019. Of. 74.

Este valor se mide en laboratorio y obra, por el Método del asentamiento del cono de Abrams.

Cada planta tiene una ficha especial para realizar las solicitudes de hormigón. **(Anexo1)**

5.4.2.2 DESPACHO

Una planta dosificadora se demora 8 minutos para producir 7m^3 de hormigón. ([36]). Considerando este tiempo, las cargas se realizan una hora antes de la hora pactada para estar en obra, debido a que es necesario tiempo para la preparación del asentamiento de Cono.

En el caso de que la obra se encuentre a mayor distancia, se deben considerar un rango mayor de tiempo.

Al inicio de cada carga de hormigón se debe realizar la guía de despacho, en la cual se detalla la información esencial para una correcta entrega del producto. A esta guía se anexa un sello, los cuales son entregados al operador mixer.

El proceso productivo del hormigón premezclado es controlado principalmente por programas y equipos computacionales. El sistema utilizado para estos efectos es el Betonmatic, el cual es un sistema de automatización especializado para Centrales de Hormigón. Este es un software que permite la gestión completa para la venta y elaboración de hormigón.

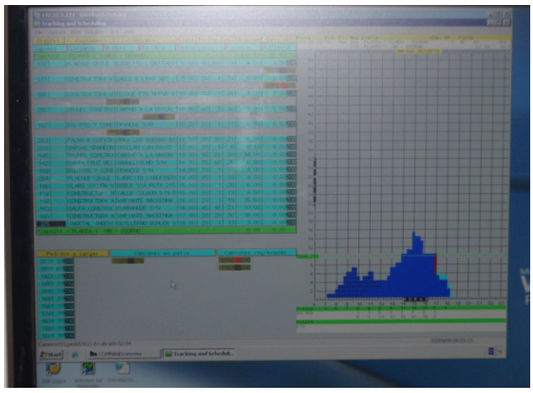
Al iniciar este programa se muestra un menú, donde se observa una planilla de despacho donde se programan secuencialmente los hormigones solicitados. **(foto27)**

---

[36] Información obtenida en Entrevista personal con el Sr. Patricio Soto; Jefe Zonal Osorno. Ready Mix.

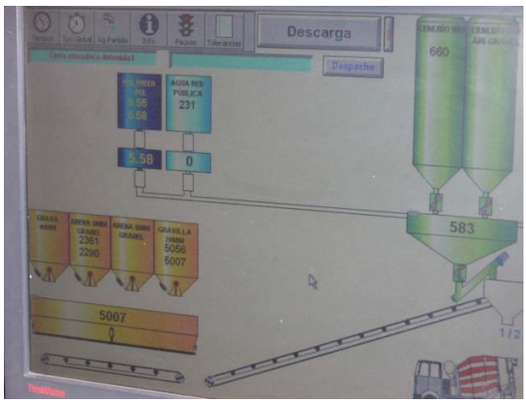
Juntamente a esta pantalla y cuando se ejecuta un ciclo de producción de hormigón, muestra un diagrama que indica los movimientos de la planta, lectura de balanza, tiempos, márgenes de error entre otros. **(foto28)**

Foto 27: Pantalla de programación de despachos.



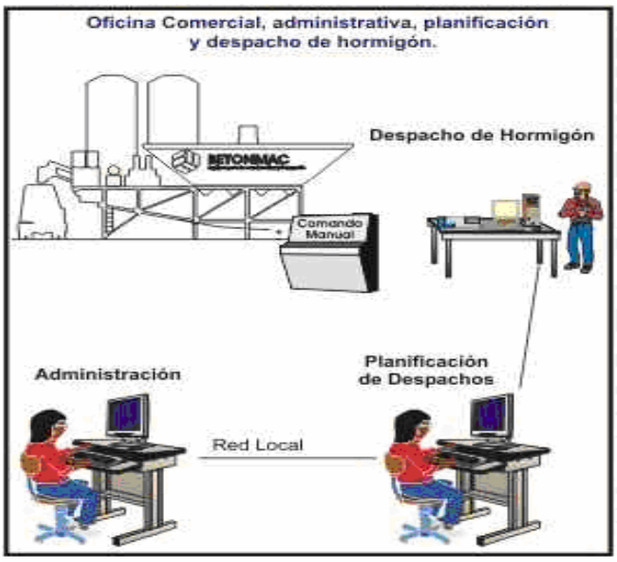
Fuente: Visita a Ready Mix, Planta Osorno.

Foto 28: Pantalla que muestra el ciclo de producción del hormigón.



Fuente: Visita a Ready Mix, Planta Osorno.

Figura 5: Esquema de ejemplo de interconexión del sistema Betonmatic.



Fuente: www.betonmac.com

5.4.2.3 FABRICACIÓN DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

Considerando que los arcones se mantienen cargados de los materiales pétreos, los silos contienen la cantidad necesaria de cemento y el suministro de agua potable es normal y el camión mixer se encuentra en la posición exacta para recibir los materiales, se inicia el proceso de fabricación del hormigón.

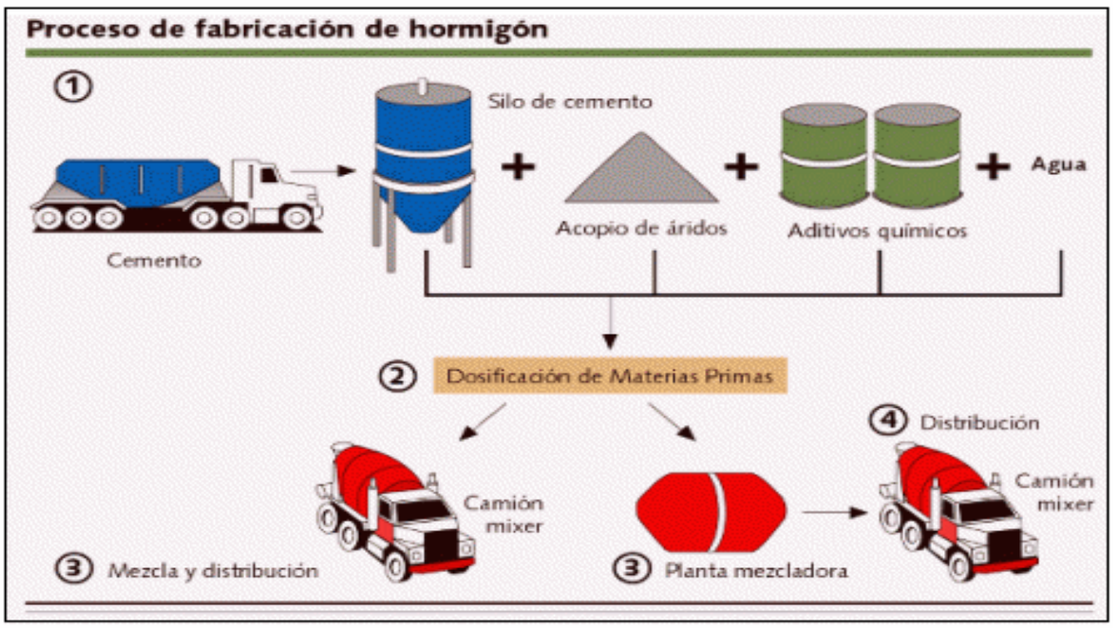
Se comienza con el pesaje automático de las materias primas, luego cada dosis medida cae a la cinta transportadora, por la cual es llevada a la betonera del camión mixer.

El orden de las materias primas al ejecutarse la carga es:

1. 60% de la dosis total del agua.
2. La dosis del aditivo.
3. La dosis de los materiales pétreos.
4. La dosis de cemento.
5. 40% restante de agua.

Lista la carga, el operador mixer se lleva a la zona destinada para la preparación de cono. Además de lavar el camión mixer, el operador por inspección visual va regulando la docilidad del hormigón. Luego de lograr la docilidad y ser medida, si es el caso, se coloca el tapacanoa y se coloca el sello entregado.

Figura Nº 6: ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HORMIGÓN PREMEZCLADO.



Fuente: www.holcim.com

5.5 TRANSPORTE

El medio por el cual el hormigón se debe transportar, será el que permita mantener al hormigón como una mezcla homogénea y lograr una descarga con el grado suficiente de uniformidad, entregando un producto apto para ser puesto en obra.

El transporte utilizado es el camión mixer o camión agitador, el cual es un vehículo equipado con una betonera, elemento que permite llevar hormigón premezclado al mismo tiempo que realiza su amasado. **(foto29)**

El camión agitador es ocupado en centrales amasadoras, y cumplen la función de solo agitar y transportar el hormigón.

El camión mixer es utilizado en centrales dosificadoras, el cual recibe la mezcla para realizar el amasado y transporte del hormigón.

Se considera como carga máxima de 7,5m^3 de hormigón, a pesar de que la betonera tiene mayor capacidad no son cargadas por el alto peso a transportar.

Como carga mínima es 1m^3, ya que si es menor el volumen de hormigón producido, aumenta los rangos de error en la dosificación del producto.

Al llegar a obra, el operador mixer entrega la guía de despacho a la persona encargada de recepcionar el hormigón, el cual debe asesorarse que los datos escritos en ésta concuerdan con los de la obra.

En caso de no corresponder los datos, el hormigón debe ser devuelto a la Planta. Si son correctos los datos se firma la guía de despacho y se rompe el sello de seguridad y se inicia la descarga.

Foto 29: Camión mixer.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

5.6 DESCARGA

La zona de descarga debe ser un terreno firme, libre de escombros y elementos cortantes. Además el terreno debe tener un ancho mínimo de 3m. Una altura de 4m. Y una pendiente menor a 18º. Cuyas condiciones deben ser verificadas por el operador mixer, el cual está facultado de no realizar la descarga si no cumple con estas condiciones mínimas de descarga.

Dentro de las condiciones de operación durante la descarga son el tiempo y pendiente optima.

Tabla Nº 6: TIEMPO ÓPTIMO DE DESCARGA

CONO	Minutos por m3
3-4	3,3
5-7	2,0
9-12	1,3

Fuente: Ficha camiones mixer, Lafarge Hormigones.

La norma NCh 1934.Of92 menciona “El tiempo de transporte y entrega, contado desde la hora de carga y hasta la hora del fin de la descarga, no debe exceder de dos horas, salvo que las partes pacten otros tiempos y se adopten las medidas técnicas para asegurar las propiedades del hormigón.”

Tabla Nº 7: PENDIENTE ÓPTIMA DE LA CANOA PARA LA DESCARGA.

CONO	VERTICAL	HORIZONTAL
3-4	1,5	2
5-7	1	2
8-12	1	3

Fuente: Ficha camiones mixer, Lafarge Hormigones.

5.7 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTA

Al momento de fabricar el Hormigón Premezclado, se debe contar con la seguridad de que se está realizando con las materias primas adecuadas y que cumplen con los requisitos definidos por las Normas de Calidad.

Es por esto, que las materias primas, durante su permanencia en Planta son inspeccionadas, controladas y ensayadas periódicamente.

No solo las materias primas, además son examinados los equipos y maquinarias necesarios para el correcto funcionamiento de la Central Hormigonera.

Dentro de los controles realizados en Planta, se pueden clasificar en Inspección Visual e Inspección por Ensayo.

5.7.1 INSPECCIÓN VISUAL

Los acopios de los áridos deben ser inspeccionados diariamente para detectar la presencia de impurezas y verificar el aspecto granulométrico.

Para el cemento solo se puede observar con detalles si el producto recepcionado corresponde con el solicitado, a través de las guías de despacho y sello de calidad.

También al observar el agua, se puede descubrir la presencia de agentes extraños.

A través de esta forma de inspección, son revisados los equipos y maquinarias existentes en la Planta.

Es así como en las plantas de Lafarge Hormigones (Premix), son revisados diariamente los camiones mixer y la planta en general.

Esta actividad se realiza con una guía (check list) que menciona cada parte o equipo que debe ser revisado.

El chequeo diario de los camiones mixer es realizado antes de iniciar la primera carga de hormigón, siendo el operador mixer el responsable de realizarlo. **(Anexo2)**

El chequeo diario de planta debe ser realizado por un multiskill[37] , el cual debe observar con detalle los puntos especificados en la guía del chequeo. **(Anexo3)**

5.7.2 INSPECCIÓN POR ENSAYO

Dentro de este grupo encontramos dos tipos de controles; el interno y externo.

El control interno es realizado en las dependencias de la planta hormigonera o por laboratorios de la empresa distribuidora de hormigón premezclado.

Los controles externos son realizados por laboratorios externos a la empresa.

Los controles son los mismos, por lo general, en todas las plantas hormigoneras; variando solo la frecuencia según la empresa.

---

[37] Multiskill: persona capacitada para realizar diversas funciones en la Central Hormigonera.

5.7.2.1 ÁRIDOS

Los áridos son sometidos a los siguientes controles:

- Granulometría
- Materia fino inferior a tamiz 0,080mm
- % de partículas chancadas
- % de partículas laja
- Densidad real seca
- Absorción
- Densidad aparente suelta y compactada
- Materia orgánica (arena)
- Toma de humedades

La toma de humedades y la granulometría son realizadas en las dependencias de la Central Hormigonera, el resto de ensayos se realizan en laboratorios externos.

- **TOMA DE HUMEDADES**

Este control se realiza tres veces al día como mínimo.

1. Este ensayo se inicia extrayendo una muestra representativa de cada árido acopiado en planta.
2. Las muestras deben ser extraídas de tres puntos distintos y distanciados dentro del mismo acopio.
3. La muestra debe ser extraída desde la mayor profundidad posible, excluyendo los del fondo y de la superficie.
4. Obtenidas las muestras, se procede a pesar y registrar los valores de los áridos en estado húmedo.
5. Luego, cada muestra es colocada en un recipiente resistente al fuego y se somete a altas temperaturas, hasta quedar secos.

6. Finalmente, se pesan nuevamente y se registra el peso de cada muestra seca.
7. Ya obtenidos los valores de las muestras en estado húmedo y seco. Se puede calcular el porcentaje de humedad:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

Los datos obtenidos son registrados en el sistema Betonmatic.

- **CONTROL DE GRANULOMETRÍA**

La granulometría se define como la distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas (granos) que constituyen un árido, según la norma NCh 165. Of 77.

Los elementos necesarios para desarrollar este control, son un conjunto de tamices y una balanza.

Los tamices son moldes metálicos de forma circular, que en su fondo está formado por rejillas de alambre y de aberturas cuadradas. Las aberturas de los tamices dependen del material a analizar.

Todos los tamices se disponen uno sobre otro y se ordenan según su tamaño de abertura, desde el mayor a menor. Al final de cada conjunto de tamices se coloca un molde que cumple la función de recepcionar toda partícula fina.

1. El ensayo de granulometría se inicia extrayendo una muestra representativa de áridos, la que luego se pesa y se registra su valor.
2. La muestra se hace pasar por el conjunto de tamices, anteriormente ordenada.

3. Luego se extrae el material retenido en cada tamiz, para luego pesarlas y anotar dicha cifra.
4. Ya obtenidos los pesos de la muestra retenida en cada tamiz, se pueden realizar los cálculos.
5. Para obtener la granulometría, cada peso obtenido anteriormente se debe dividir por el peso de la muestra inicial y dicho resultado se multiplica por 100. Obteniendo así, el porcentaje de cada tamiz.

En la Plantas Ready Mix, este control es realizado cada 15 días, el cual es realizado por un laboratorio externo de la empresa. ([38])

En el caso de la empresa Lafarge Hormigones este control es realizado una vez por semana, realizado por un laboratorio externo. ([39])

Finalmente llega un informe del laboratorio de ensaye, el cual detalla los resultados de los ensayes, donde además de especificar la granulometría especifica la Densidad real seca, Absorción, Densidad aparente suelta y compactada, Materia orgánica (arena) Materia fino inferior a tamiz 0,080mm, % de partículas chancadas, % de partículas laja.

La siguiente tabla especificada los límites de tolerancia para áridos utilizados por Lafarge Hormigones S.A.

---

[38] Información obtenida en Entrevista personal con el Sr. Patricio Soto; Jefe Zonal Osorno. Ready Mix.

[39] Información obtenida en Entrevista personal con el Sr. Ariel Fuentes; Administrador de Sucursal Planta Osorno Lafarge Hormigones.

TABLA Nº8: LÍMITES DE TOLERANCIA DE ÁRIDOS.

Material	Dn (mm)	Da (mm)	MF	T4 (%)	dr (Kg./dm^3)	a (%)	CH (%)	L (%)
Arena	3	-	±0,15	±3	0,05	-/-0,5	-	-
Arena	10	10	±0,15	±3	0,05	-/-0,5	-	-
Gravilla	13	13	-	±1	0,05	-/-0,5	-	<3
Gravilla	20	-	-	±1	0,05	-/-0,5	>70	<3
Grava	32	32	-	±0	0,05	-/-0,5	>70	<3
Grava	40	40	-	±0	0,05	-/-0,5	>70	<3

Fuente: Hormigones Lafarge S.A

Donde:

Dn: Tamaño Máximo Nominal

Da: Tamaño Máximo Absoluto

MF: modulo de finura

T4: % que pasa por Tamiz Nº4

dr: Densidad Real Seca

a: Absorción del Material

CH: Partículas Chancado

L: Partículas Laja

5.7.2.2 CEMENTO

En planta no se realiza ningún ensayo, solo llega un informe mensual de un laboratorio certificando que el cemento cumple con los estipulado en las normas chilenas de calidad. Esto se debe fundamentalmente que la empresa proveedora de cemento es parte de la misma empresa distribuidora de Hormigón Premezclado.

5.7.2.3 HORMIGÓN FRESCO

Uno de los ensayos que se realiza en una Planta Hormigonera, es la Determinación de la Docilidad del Hormigón. Para esto se realiza el método del Asentamiento del Cono de Abrams, el cual esta normalizado por la NCh 1019.EOf 74.

Este ensayo lo realiza el operador mixer antes de retirarse de la planta.

A todos los despachos se debe inspeccionar visualmente su docilidad y en caso de duda debe realizar el método del asentamiento del cono de Abrams. Sin embargo, las empresas distribuidoras de hormigón, tienen definido que cada cierta cantidad de despachos deben ser medido a través de este método.

En las plantas de Ready Mix S.A, deben medir el 20% de las cargas diarias. Y en las plantas de Lafarge Hormigones miden tres veces al día, como mínimo. Los despachos a medir y controlar son seleccionados al azar.

- **MÉTODO DEL CONO DE ABRAMS**

Los elementos que se necesitan para un correcto desarrollo del ensayo son: **(foto30)**

- Molde: de forma de cono truncado y será de acero.
- Varilla o Pisón: barra de acero de 16mm de diámetro y 600mm de longitud.
- Plancha de apoyo: debe ser rígida y de un material no absorbente (acero).
- Poruña de apoyo: será de metal y de un tamaño que permita el vaciado del material al molde.

1. Antes de iniciar el ensayo se debe asegurar que estos elementos deben estar limpios y humedecidos.

2. Se debe tomar una muestra de hormigón, el cual es vaciado en una carretilla desde el camión mixer. La cantidad a extraer será la suficiente para llenar la carretilla. **(foto31)**
3. Con la ayuda de la poruña se revuelve el material para dejar una masa lo más homogéneo posible.
4. Luego se deja la plancha sobre una superficie lisa y se coloca el molde sobre ésta, asegurándolo al colocar los pies sobre las pisaderas.
5. Posteriormente se procede al llenado del molde, el cual será en tres cantidades iguales. Al colocar cada capa se debe apisonar con 25 golpes, con el fin que se unan las capas entre sí. **(foto32)**
6. Estos golpes se deberán realizar siguiendo el perímetro del molde, comenzando desde el exterior hasta llegar al centro.
7. Terminando este proceso se debe enrasar la superficie, al rotar el pisón sobre ésta.
8. Luego de retirar el hormigón que se haya derramado sobre el molde, se levanta el molde suavemente. Y se coloca el molde invertido, al lado del hormigón moldeado. Enseguida se mide la disminución de altura entre el molde y el hormigón, y se registra. **(foto33)**

En caso de que el hormigón moldeado se incline hacia un lado o sufra desintegraciones se debe repetir el ensayo.

Si esta situación se repite se debe considerar que el hormigón no es apto para este ensayo, por falta de plasticidad y cohesión de las partículas.

Foto 30: Elementos para medir el asentamiento del Cono de Abrams.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 31: Carretilla con hormigón a ensayar.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

Foto 32: Operador mixer realizando el método del Cono de Abrams.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno

Foto 33: Medición del asentamiento del Cono.

Fuente: Visita a Lafarge Hormigones, Planta Osorno.

VERIFICACIÓN DE VOLUMEN DE HORMIGÓN

Como se menciono anteriormente el hormigón es distribuido en volumen y cuyo cantidad de hormigón es controlada por programas y equipos computarizados.

En caso de que se requiera comprobar el volumen transportado, se deben seguir los siguientes pasos.

1. Este proceso se realiza en la Planta de Hormigón y se inicia pesando el camión mixer antes de ser cargado de hormigón.
2. Luego, se realiza el proceso normal de la carga del hormigón.
3. Nuevamente es pesado en una romana el camión mixer.
4. La diferencia de los pesos representara la masa total de hormigón (*****).

- **DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE**

La densidad es la relación que existe entre la masa y el volumen de alguna sustancia.

La norma NCh 1564. Of 79 define a la densidad aparente como la "densidad en que se considera el volumen aparente de la mezcla (volumen real de la mezcla mas el volumen de aire arrastrado o incorporado en ella). Este volumen corresponde al de la medida que lo contiene."

La ejecución de un correcto y normalizado ensayo para obtener la densidad aparente se debe tener a disposición un molde metálico, de forma de un cilindro recto, el cual debe tener una de sus caras abiertas.

El volumen del moldaje a utilizar varía según el tamaño máximo nominal del árido que contiene el hormigón, detallados en la tabla contigua.

Tabla Nº 9: DIMENSIONES DE LAS MEDIDAS VOLUMÉTRICAS.

Tamaño Máximo Nominal del Árido	**Capacidad Nominal**		**Dimensiones Interiores**		**Espesor Mínimo**	
mm	m3	L	Diámetro	Altura mm	Base	Pared
			mm		mm	mm
50	0,015	15	255 ± 2	295 ± 2	3	2
100	0,03	30	355 ±2	305 ±2	3	2

Fuente: Norma NCh 1564.Of 79. "Hormigón- Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco."

Además se requerirá de un pisón o un vibrador interno. El tipo de elemento a utilizar dependerá del asentamiento del hormigón.

En la tabla posterior, se definen los rangos.

Tabla Nº 10: PROCEDIMIENTO DE COMPACTACIÓN SEGÚN EL ASENTAMIENTO DEL CONO

Asentamiento (cm)	**Procedimiento de Compactación**
a < 5	vibrado
5 ≤ a ≤ 10	vibrado o apisonado
a > 10	apisonado

Fuente: Norma NCh 1564.Of 79. “Hormigón- Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.”

Luego de haber definido las medidas del molde y del método de compactación a utilizar se inicia el ensayo.

1. Si la muestra debe ser apisonada, se debe colocar el hormigón fresco en tres capas iguales en el molde. Cada capa debe ser compactada mediante golpes del pisón.
2. La cantidad de golpes variara según el volumen del molde; para el de 15Lt. Serán 25 golpes y 59 golpes para el molde de 30Lt.
3. Luego de apisonar cada capa, se debe golpear el costado del molde, con el fin de eliminar las burbujas de aire formadas en el hormigón.
4. Para el caso de ser vibrado, se debe agregar el hormigón al molde en dos capas iguales. Luego cada capa debe ser compactada con tres inserciones del vibrador. Este elemento debe ser introducido verticalmente y sin tocar el fondo ni las paredes del molde.

5. Posteriormente se debe retirar el vibrador lo más lento posible para evitar la segregación del hormigón.
6. Terminada la compactación, independiente del método, debe quedar un exceso de hormigón para enrasar y alisar la superficie hasta el borde del molde.
7. Finalmente se debe retirar todo residuo de hormigón, y se procede a pesar.
8. Se debe restar la masa del molde, para obtener el peso real de hormigón.
9. Y con la siguiente formula obtenemos el valor de la densidad aparente del hormigón:

$$\rho_a = \frac{m}{v}$$

Donde:

ρ_a= densidad aparente del hormigón fresco kg/m^3

m= masa del hormigón fresco contenido en el molde.

V= capacidad volumétrica del molde.

10. Ya obtenida la masa total de hormigón y la densidad aparente del hormigón fresco, se utiliza la siguiente fórmula y obtenemos el volumen de hormigón transportado en el camión mixer.

$$V_H = \frac{\text{masa total de hormigón (*)}}{\rho_a}$$

La norma NCh 1934. Of92. “Hormigón preparado en central hormigonera”; establece una tolerancia de ± 3% del volumen nominal de la amasada de entrega, para efectos del cumplimiento de la unidad de compra.

- **TOMA DE HORMIGÓN FRESCO PARA RESISTENCIAS**

Las empresas distribuidoras de Hormigón Premezclado deben tomar muestras de hormigón fresco, para verificar y corroborar el cumplimiento de la resistencia programada.

Por norma deben tomar una muestra cada 150m^3de hormigón entregado, sin embargo si el cliente requiere de una mayor frecuencia puede ser pactado entre el cliente y distribuidor de hormigón.

1. Las muestras deben ser tomadas al momento de la descarga, cuando esté entre el 10% y 90% del proceso.
2. Las muestras de hormigón fresco son puestas en moldes metálicos, de forma cúbica, cilíndrica o prismática.
3. La forma del molde a utilizar variara según al ensayo a que se someterá.

Tabla Nº11: MOLDE SEGÚN TIPO DE ENSAYO

Molde	**Ensayos**
Cubico	Compresión
Cilíndrico	Compresión y Tracción por Hendimiento
Prismático	Flexotracción

Fuente: NCh 1017.Of 75. Hormigón, Confección y Curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.

4. Los moldes son llenados con hormigón en capas, para luego ser compactados.
5. El método de compactación dependerá del asentamiento, considerando los valores determinados en **la tabla nº 10: Procedimiento de Compactación según el Asentamiento del Cono.**

Apisonado: si se trabaja con moldes cúbicos o prismáticos se deben colocar en dos capas; y apisonar con 32 golpes por capas.

Para moldes cilíndricos, se debe hacer en tres capas y dar 14 golpes por capa.

Vibrado:

Molde cubico; una capa e introducir una vez el vibrador.

Molde cilíndrico; dos capas y vibrar una vez por capa.

Molde prismático; una capa, y vibrar tres veces en tres puntos distintos.

6. Luego de la compactación, se debe enrasar la superficie y mantener las probetas a una temperatura entre 16º y 27ºC.
7. Al pasar 20hrs las probetas cubicas y cilíndricas deben ser moldadas, y las prismáticas luego de 44hrs.
8. Terminado el desmolde deben mantenerse en agua con cal hasta ser llevadas al laboratorio para ser ensayadas según NCh 1172. Of 78.

CAPITULO VI

PROPUESTA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN PREMEZCLADO EN CENTRAL HORMIGONERA

6.1 GENERALIDADES

La Propuesta de Control de Calidad del hormigón premezclado fabricado en Centrales Hormigoneras, creada al finalizar el presente estudio se plasma en un Check List, el cual es un listado de puntos que consideramos esenciales para desarrollar un proceso continuo que garantizará una correcta fabricación y distribución de un hormigón premezclado, basándonos en las actividades realizadas por las Centrales Hormigoneras fijas ya existentes.

El Check List se estructura por una lista de ítems ordenados según la materia prima, Cemento y Áridos; seguidos por las etapas del proceso productivo del hormigón premezclado elaborado en una Central Hormigonera.

La ruta que sigue el cemento, los áridos y el hormigón premezclado, se detallará en los posteriores diagramas de flujo, herramienta fundamental que se aplicó para la formulación de esta propuesta. También así, aplicar el concepto de trazabilidad, para construir la historia del hormigón premezclado desde la obtención de sus principales materias primas.

Recordando que los diagramas de flujo son una representación gráfica de las etapas de un proceso, utilizado para investigar oportunidades de mejoramiento, obteniendo una compresión detalla de cómo trabaja actualmente el proceso.

Finalmente podemos mencionar que cada pregunta contenida en el Check List, tiene la finalidad de verificar y confirmar que la fabricación del hormigón premezclado se desarrolla como un proceso continuo y que las materias primas sean sometidas por su respectivo control de calidad y determinar si los equipos y maquinarias son revisados periódicamente para lograr la correcta manipulación de cada material y/o producto.

6.2 DIAGRAMAS DE FLUJOS

a) CEMENTO

En el diagrama de flujo del cemento se plasma la ruta que se recorre para la fabricación de este producto, basados principalmente en el proceso realizado por las Plantas de Cemento Bío-Bío descrito en el Manual “Cemento; Fabricación y Clasificación” publicación de esta misma empresa.

En el diagrama del cemento se mencionan las rutas alternativas que se utilizan durante el proceso y destacamos las actividades críticas, por ser la de mayor relevancia al proceso.

Durante la elaboración del cemento no se especifican los controles realizados, debido a que estos son hechos por sistemas robóticos de control de calidad, los cuales detectan durante el proceso cada anomalía que son corregidas al instante, permitiendo que el producto final emerja apto para su distribución.

b) ÁRIDOS

El diagrama de flujo de los áridos permite identificar cada etapa del proceso, especificando las actividades críticas y alternativas que son realizadas diariamente en una Planta de Áridos. Para esto, tomamos como referencia el proceso realizado en la Planta de Áridos Dowling & Schilling de la ciudad de Osorno, la cual se recorrió en terreno personalmente.

La primera actividad crítica es la Extracción, de la cual controlaremos principalmente si la Empresa extractora de Áridos realizó y aprobó todos los trámites requeridos para lograr la concesión del desarrollo de esta actividad. Detallando los organismos a que se deben recurrir para la solicitación de éstos.

Segunda actividad crítica es el Chancado, donde se controlará que se disponga de los elementos y equipos apropiados para un correcto y fluido desarrollo de esta actividad.

El lavado de los áridos, la consideramos como la tercera actividad crítica, en la cual se solicitará la disposición de agua potable y de los equipos para su ejecución.

Otra actividad crítica es la clasificación, donde nos enfocaremos en controlar la mantención de los elementos utilizados en esta etapa.

Y finalmente, el almacenamiento de los áridos donde se definirá la manera ideal de realización para una buena mantención de estas partículas.

c) HORMIGÓN PREMEZCLADO

Se formó la ruta del hormigón premezclado considerando las actividades que se realizan en la centrales hormigoneras visitadas, Lafarge Hormigones y Ready-Mix de la ciudad de Osorno.

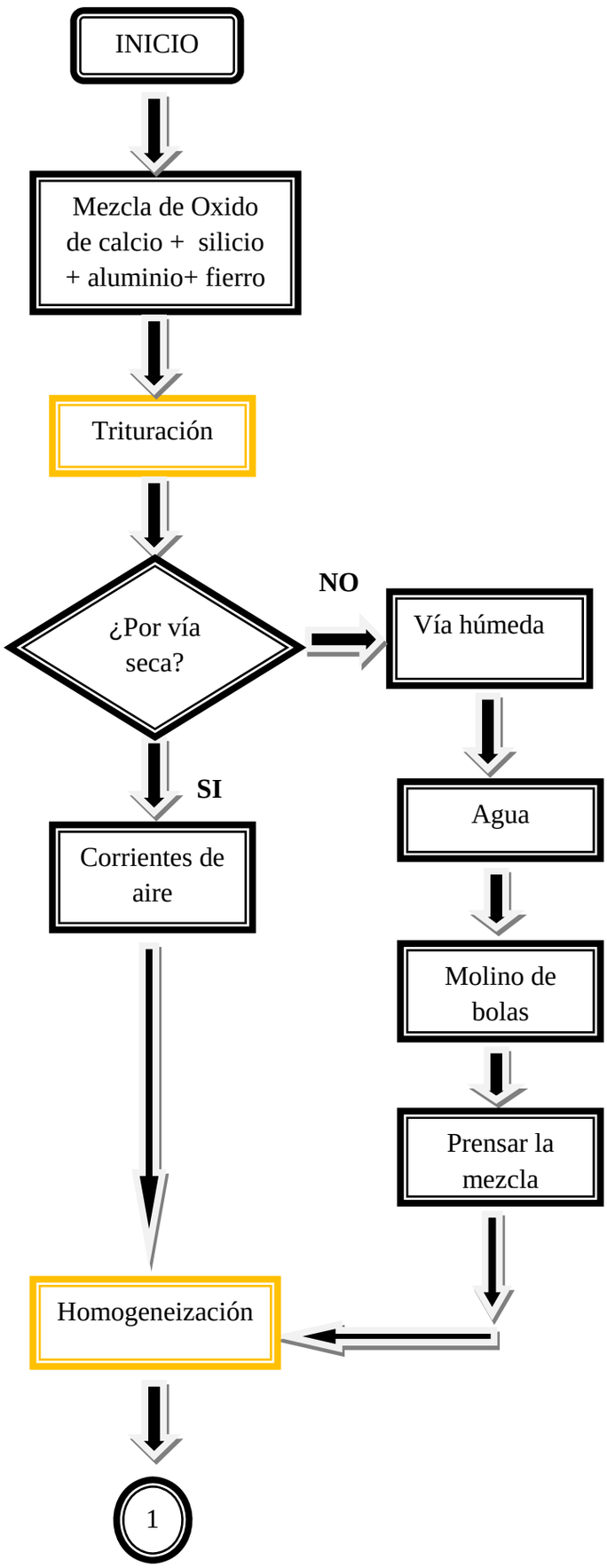
Inicialmente se controlará la Recepción de las materias primas, principalmente por la revisión de guías de despacho y sellos de calidad de cada material. Luego el almacenamiento de éstas, asesorándonos que cada materia prima llegue a su lugar predeterminado con las mínimas condiciones de protección y además, que éstas sean manipuladas y controladas conforme a las especificaciones técnicas de cada material y a las Normas Chilenas vigentes.

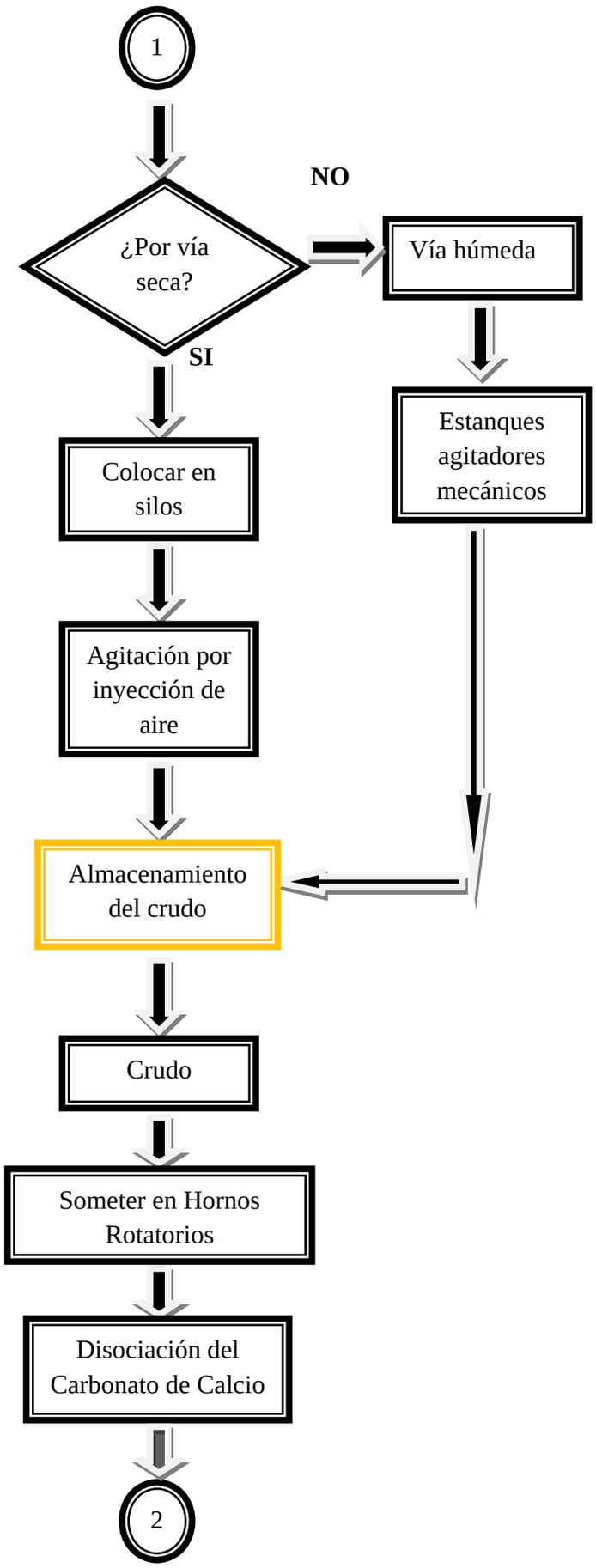
Luego la cotización, etapa de negociación de la empresa distribuidora de hormigón con el cliente; revisar que se realice de manera formal y beneficiaria para ambos. Luego la realización de la Visita a obra, cuya actividad determinará la factibilidad de realización del servicio, dependiendo de las condiciones geográficas del lugar.

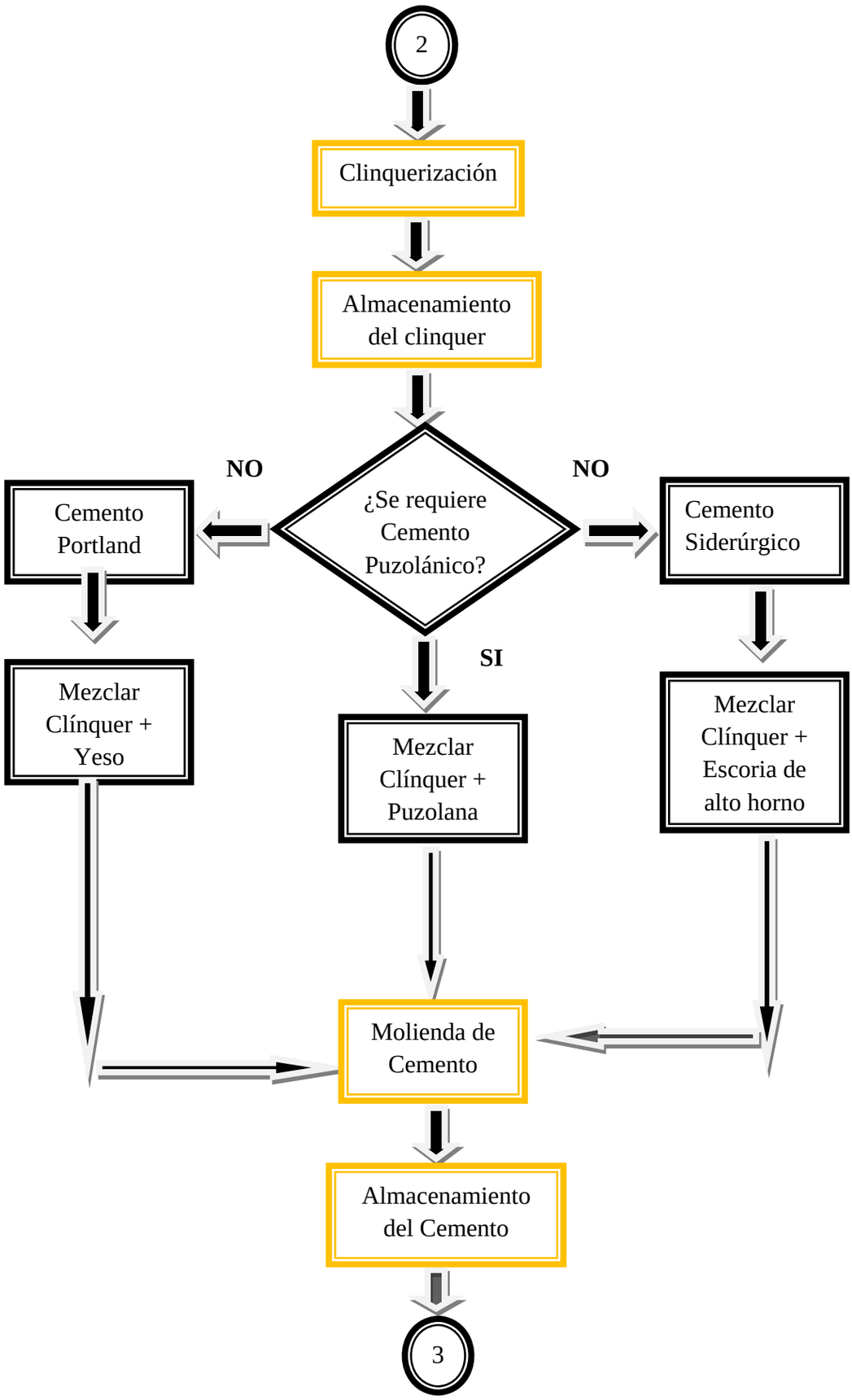
La Programación se controlará para evitar errores en el ingreso de datos al Sistema Betonmatic, debido a que este es el primer paso para la fabricación del hormigón premezclado.

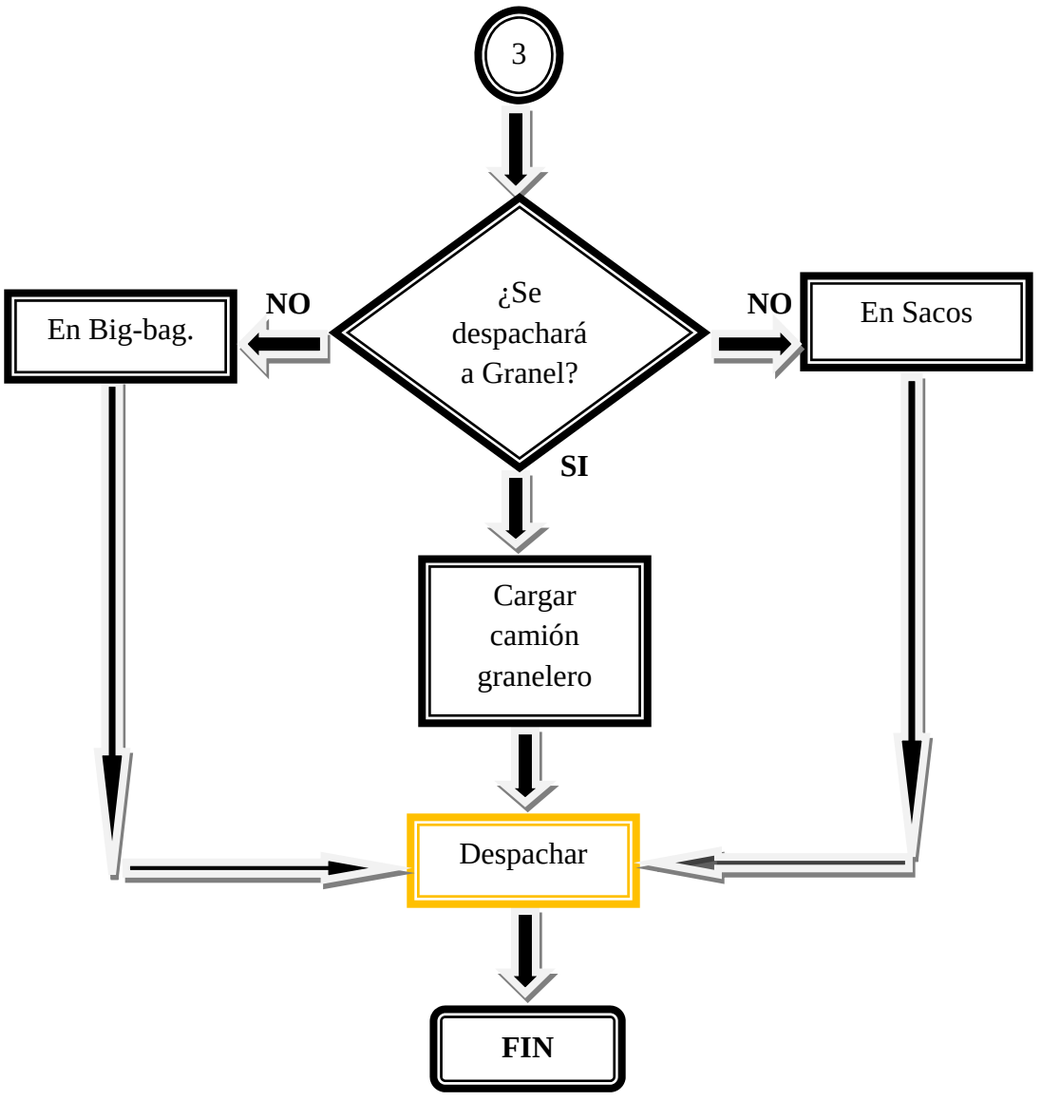
En definitiva, en los diagramas de flujo se destacan las actividades que daremos mayor énfasis en el Control propuesto en esta tesis.

a) CEMENTO

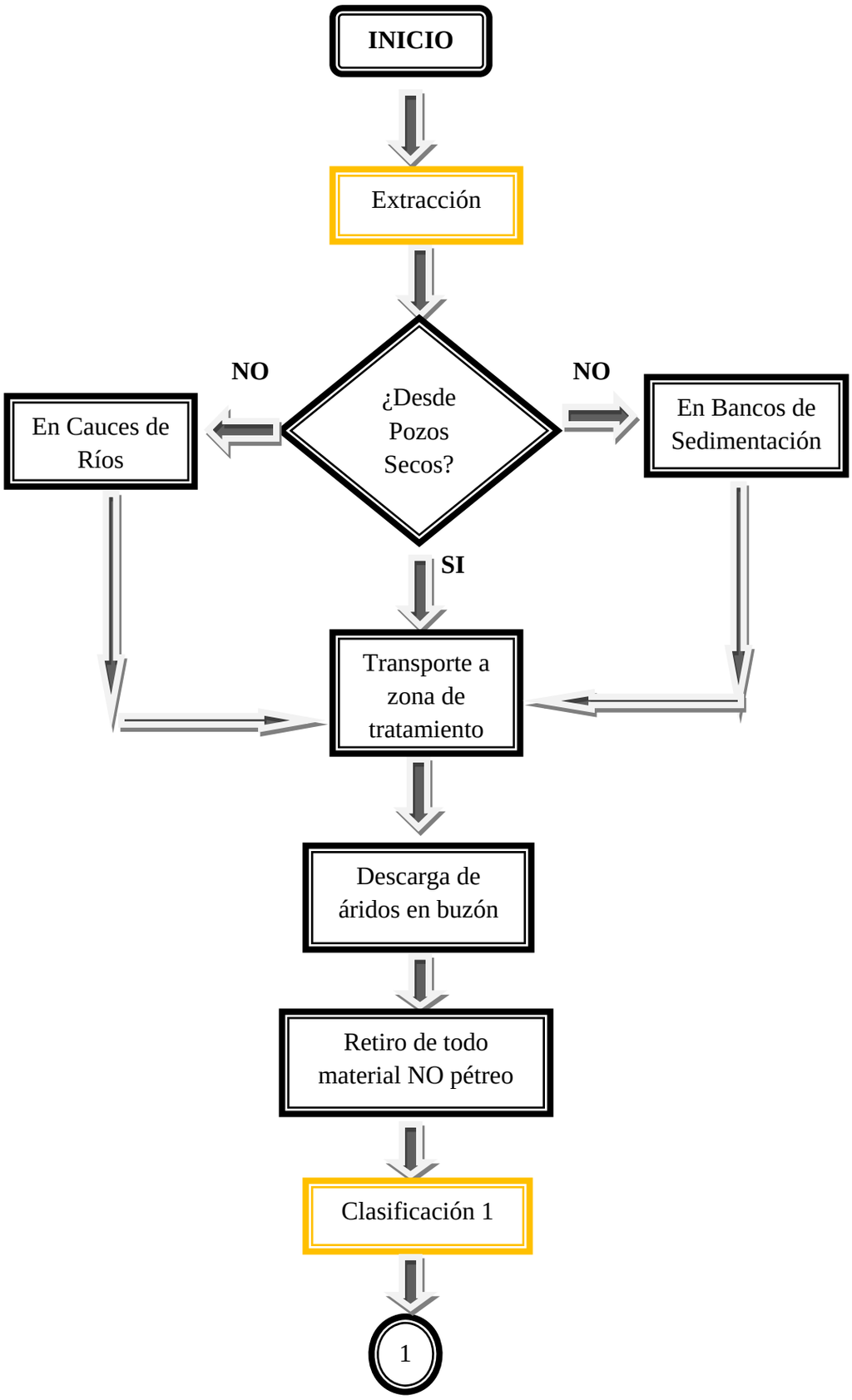

INICIO
Mezcla de Oxido de calcio + silicio + aluminio+ fierro
Trituración
¿Por vía seca?
NO
Vía húmeda
SI
Agua
Corrientes de aire
Molino de bolas
Prensar la mezcla
Homogeneización
1

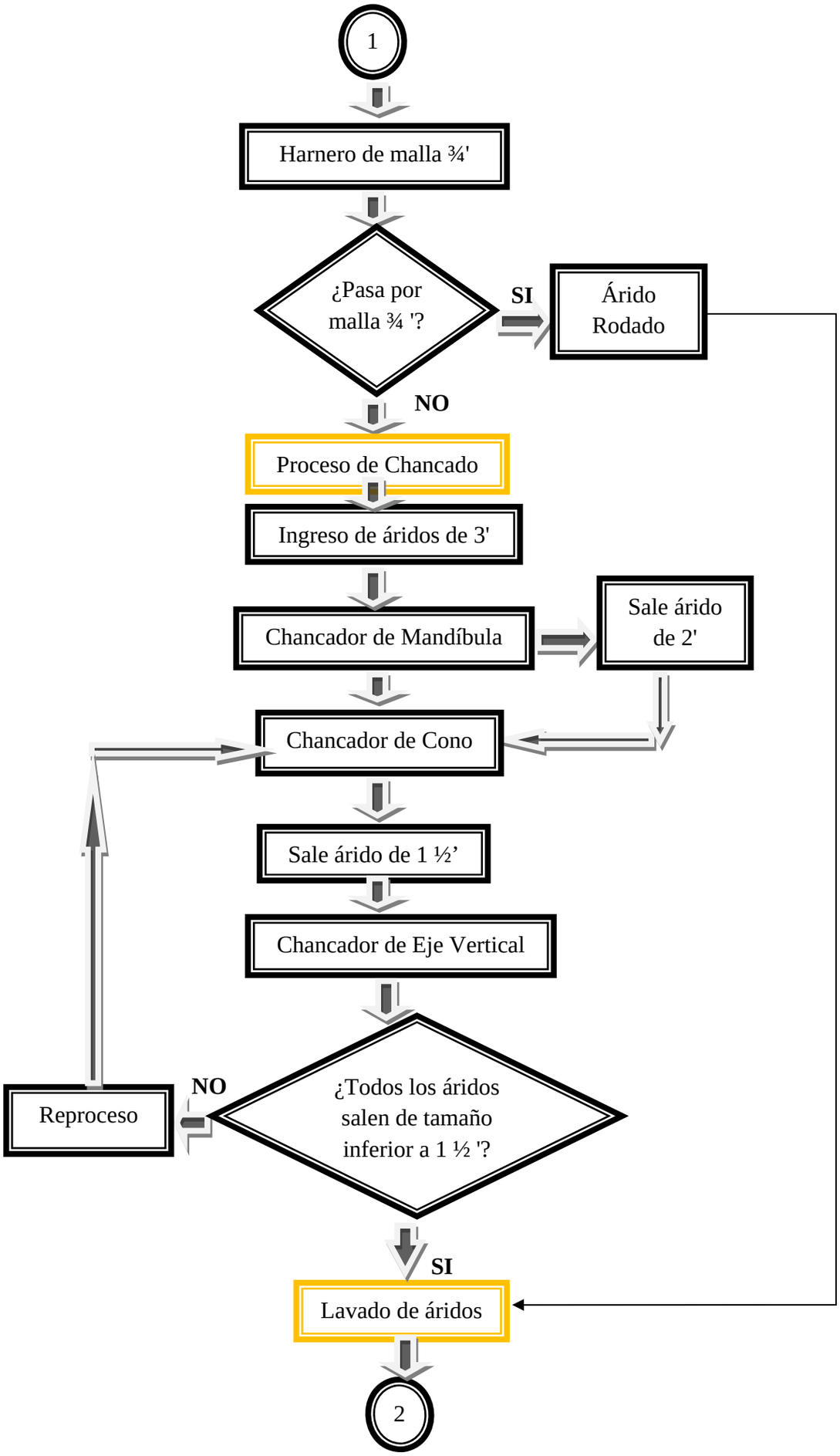

1
¿Por vía seca?
NO
Vía húmeda
SI
Estanques agitadores mecánicos
Colocar en silos
Agitación por inyección de aire
Almacenamiento del crudo
Crudo
Someter en Hornos Rotatorios
Disociación del Carbonato de Calcio
2

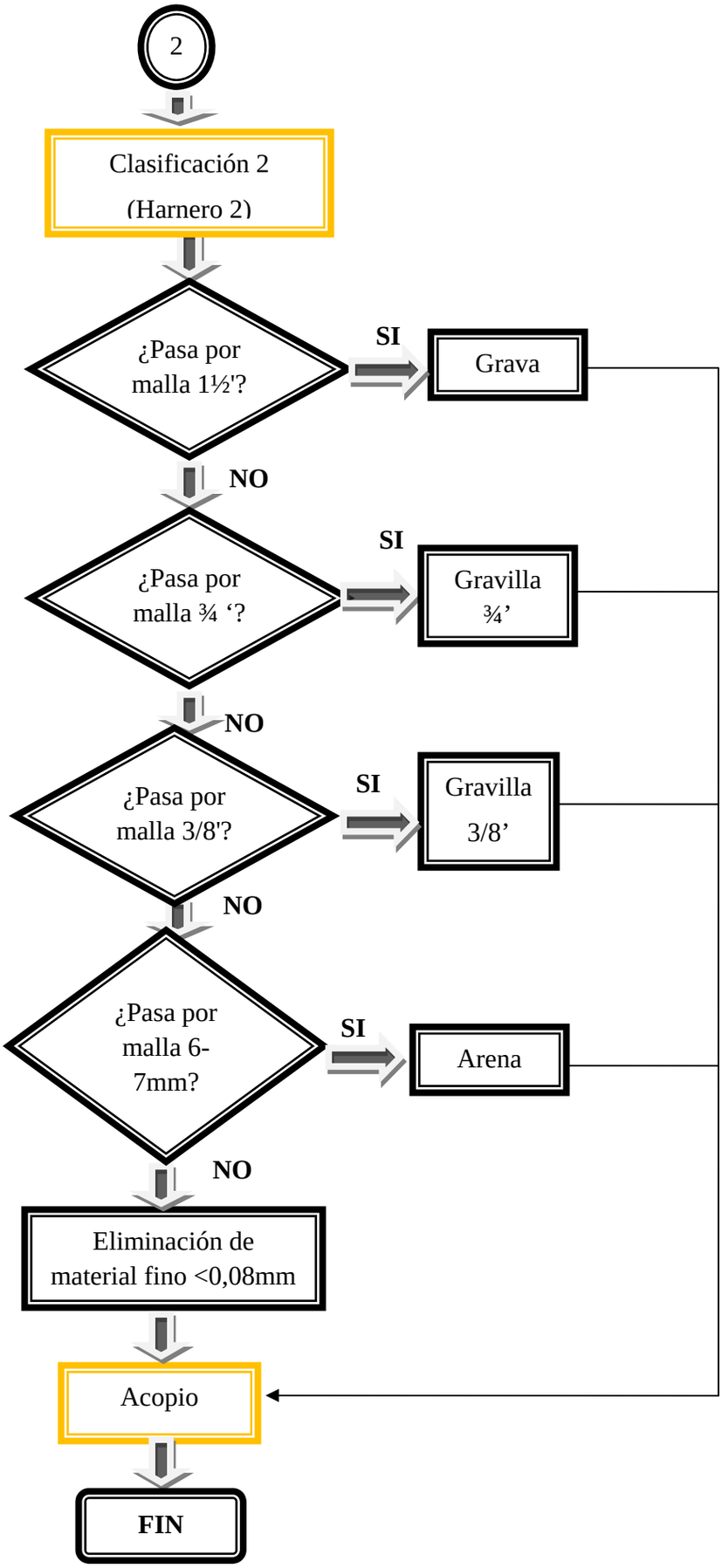

2
Clinquerización
Almacenamiento del clinquer
¿Se requiere Cemento Puzolánico?
NO
NO
SI
Cemento Portland
Cemento Siderúrgico
Mezclar Clínquer + Yeso
Mezclar Clínquer + Puzolana
Mezclar Clínquer + Escoria de alto horno
Molienda de Cemento
Almacenamiento del Cemento
3


3
¿Se despachará a Granel?
NO
En Big-bag.
NO
En Sacos
SI
Cargar camión granelero
Despachar
FIN

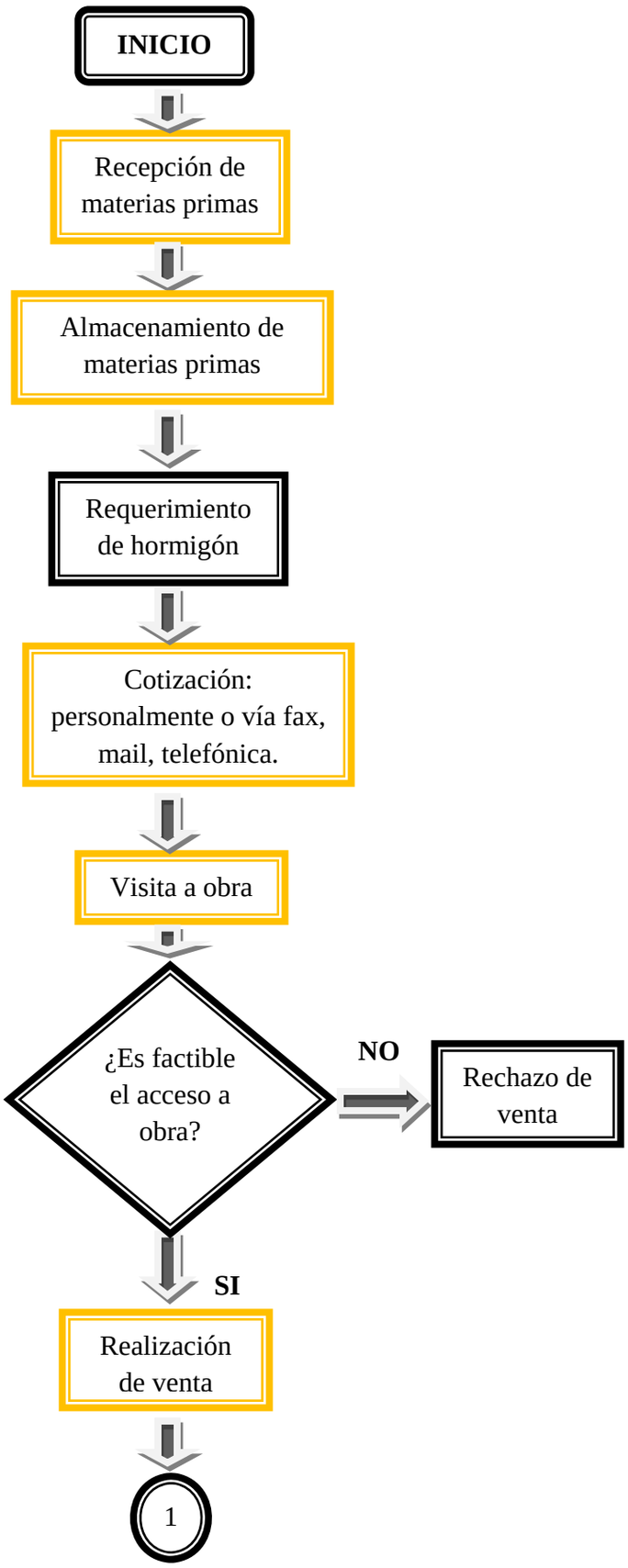
b) ÁRIDOS

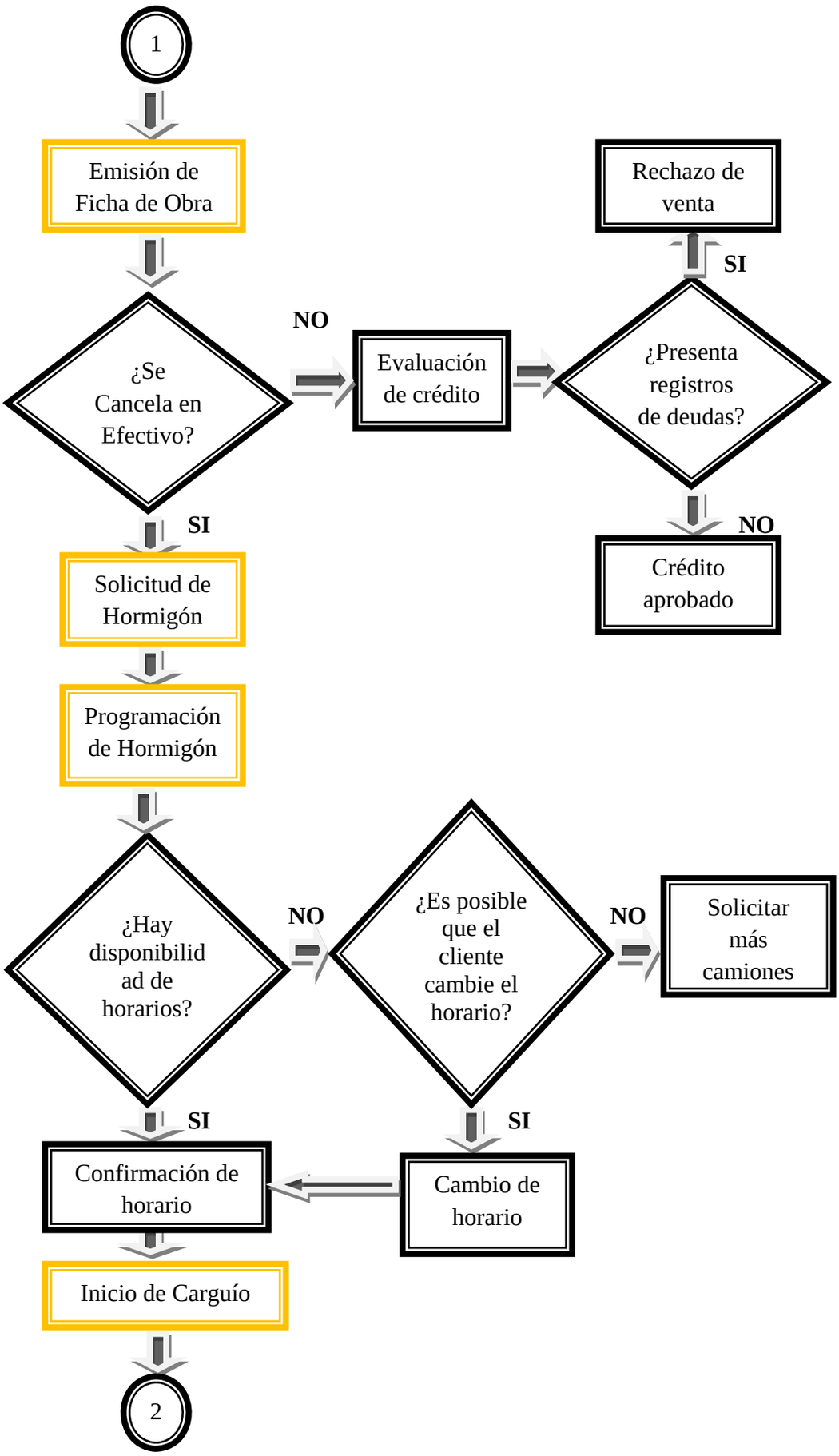

INICIO
Extracción
¿Desde Pozos Secos?
NO
En Cauces de Ríos
NO
En Bancos de Sedimentación
SI
Transporte a zona de tratamiento
Descarga de áridos en buzón
Retiro de todo material NO pétreo
Clasificación 1
1

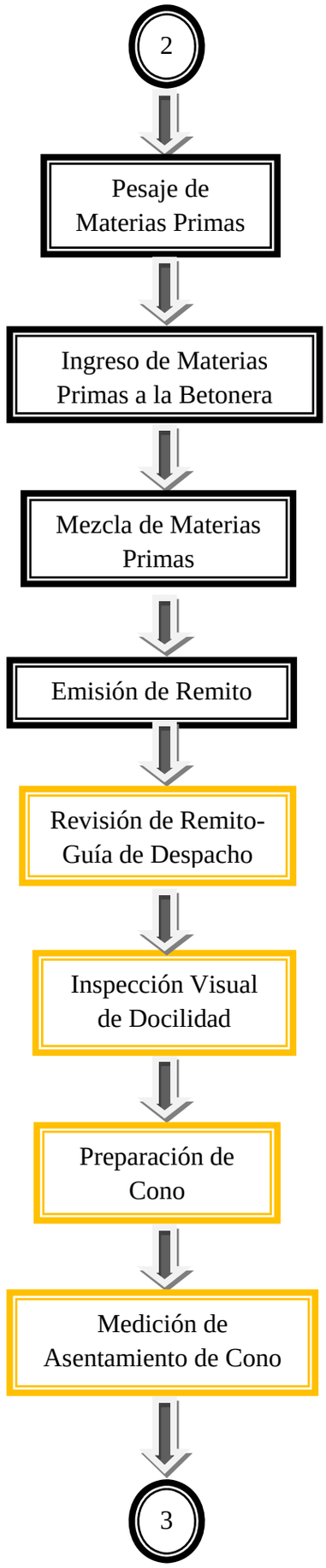

1
Harnero de malla ¾'
¿Pasa por malla ¾ '?
SI
Árido Rodado
NO
Proceso de Chancado
Ingreso de áridos de 3'
Chancador de Mandíbula
Sale árido de 2'
Chancador de Cono
Sale árido de 1 ½’
Chancador de Eje Vertical
¿Todos los áridos salen de tamaño inferior a 1 ½ '?
NO
Reproceso
SI
Lavado de áridos
2

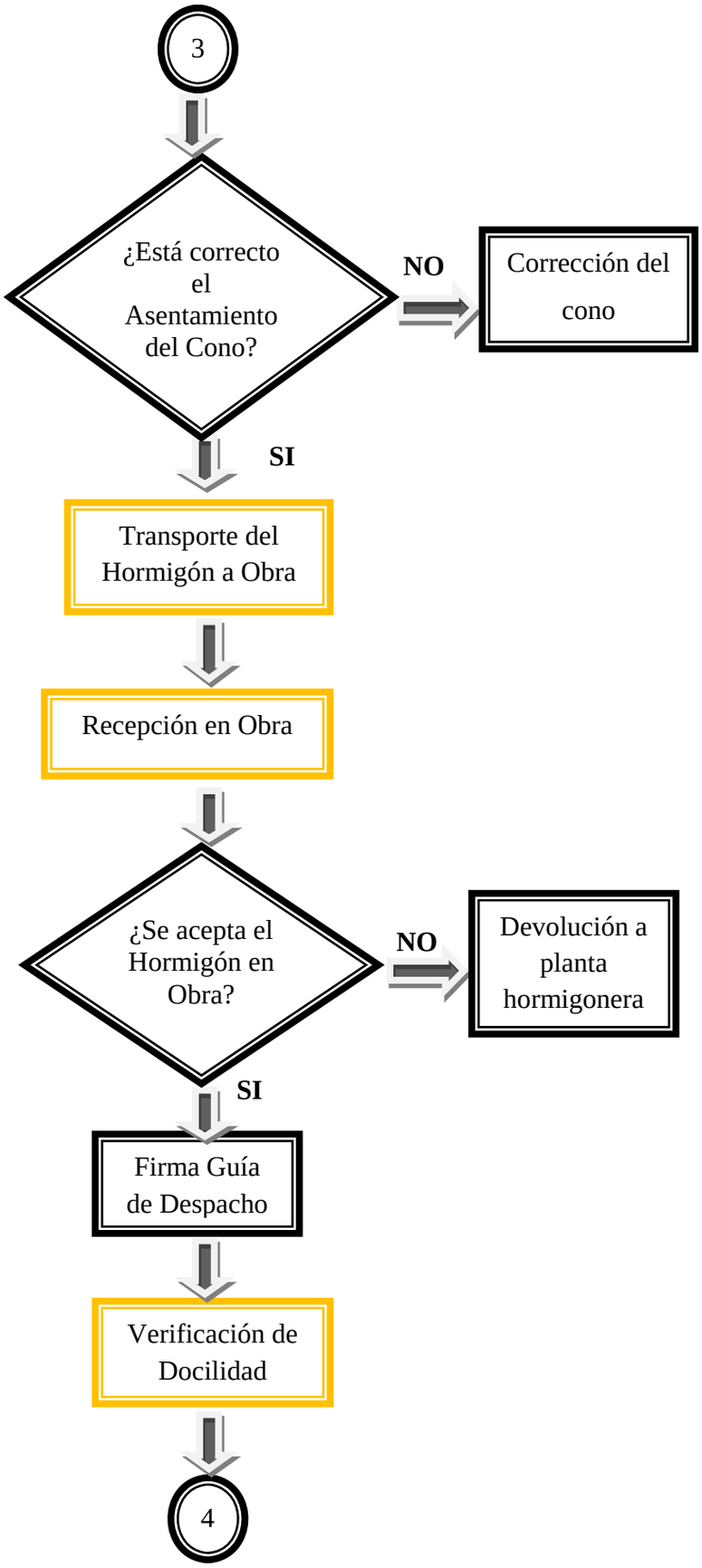

2
Clasificación 2
(Harnero 2)
¿Pasa por malla 1½'?
SI
Grava
NO
¿Pasa por malla ¾ '?
SI
Gravilla ¾'
NO
¿Pasa por malla 3/8'?
SI
Gravilla 3/8'
NO
¿Pasa por malla 6-7mm?
SI
Arena
NO
Eliminación de material fino <0,08mm
Acopio
FIN

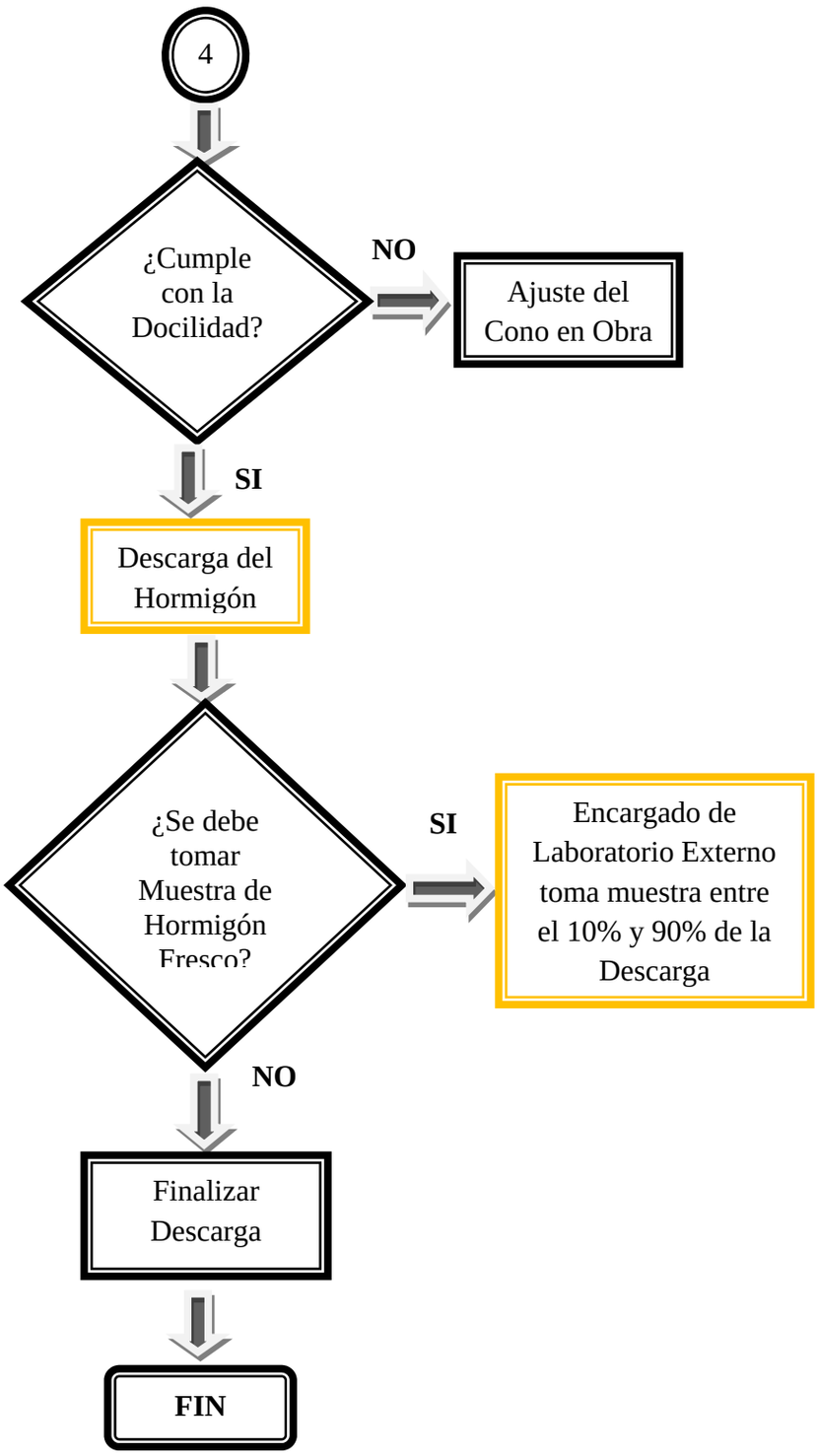
c) HORMIGÓN PREMEZCLADO




1
Emisión de Ficha de Obra
¿Se Cancela en Efectivo?
NO
Evaluación de crédito
¿Presenta registros de deudas?
SI
Rechazo de venta
NO
Crédito aprobado
SI
Solicitud de Hormigón
Programación de Hormigón
¿Hay disponibilidad de horarios?
NO
¿Es posible que el cliente cambie el horario?
NO
Solicitar más camiones
SI
Confirmación de horario
SI
Cambio de horario
Inicio de Carguío
2


2
Pesaje de Materias Primas
Ingreso de Materias Primas a la Betonera
Mezcla de Materias Primas
Emisión de Remito
Revisión de Remito-Guía de Despacho
Inspección Visual de Docilidad
Preparación de Cono
Medición de Asentamiento de Cono
3


3
¿Está correcto el Asentamiento del Cono?
NO
Corrección del cono
SI
Transporte del Hormigón a Obra
Recepción en Obra
¿Se acepta el Hormigón en Obra?
NO
Devolución a planta hormigonera
SI
Firma Guía de Despacho
Verificación de Docilidad
4


4
¿Cumple con la Docilidad?
NO
Ajuste del Cono en Obra
SI
Descarga del Hormigón
¿Se debe tomar Muestra de Hormigón Fresco?
SI
Encargado de Laboratorio Externo toma muestra entre el 10% y 90% de la Descarga
NO
Finalizar Descarga
FIN

6.3 PROPUESTA

- **CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

I. CEMENTO

Se comienza desde la base que todo cemento utilizado en Chile, ya sea producido en el país o importado desde el extranjero, debe cumplir con las especificaciones descritas en las normas chilenas en vigencia; es por esto que este producto debe someterse a un Control de Calidad.

Para la realización de este control esta designado como organismo oficial el Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales (IDIEM).

El IDIEM recibe las muestras representativas de cada Planta productora de Cemento y las somete a los ensayos físicos, mecánicos y químicos que designan la Norma Chilena como requisito de cumplimiento. Posteriormente los resultados son enviados a cada Planta, certificando la calidad de cada Cemento.

Actualmente las Centrales Hormigoneras investigadas, Lafarge Hormigones S.A y Ready Mix S.A, reciben mensualmente un certificado emitido por el IDIEM, el cual confirma que el cemento distribuido por la Empresa de Cemento cumple con lo estipulado por las normas chilenas.

Cabe mencionar que cada Central Hormigonera, trabaja con su propia Empresa fabricadora y distribuidora de Cemento, es así como Lafarge Hormigones S.A trabaja en conjunto con Cemento Melón y Ready Mix S.A con Cementos Bío-Bío, empresas igualmente certificadas por la ISO 9000 e ISO 14001 dando mayor garantía de calidad de los proceso y productos.

II. ÁRIDOS

GENERALIDADES

Los áridos se definen como un material pétreo, cuyas partículas son duras, de forma y tamaño estable, cuya función en el hormigón es de oponerse a la retracción de éste.

Identificamos el árido natural o rodado y el árido machacado o tratado, cuya clasificación es definida según su origen.

El árido rodado es aquel que luego de ser extraído de yacimientos naturales no se somete a ningún tratamiento posterior. El árido machacado es aquel que pasa por un proceso industrial y sufre alguna modificación físico-químico o de otro tipo.

a) EXTRACCIÓN

El inicio de proceso de los áridos es la etapa de Extracción, la cual puede ser desde suelo Privado o desde Bienes Nacionales.

Lo estipulado por la normativa nacional es si la extracción se realiza desde suelo privado, los áridos son propiedad del dueño del suelo, pudiendo ejecutar esta actividad sin necesidad de algún permiso especial.

En caso de la extracción desde Bienes Nacionales de Uso Público (desde las riberas de los ríos, lagos o mar), se necesita de la concesión de la autoridad respectiva donde su proceso jurídico dependerá de la ubicación del bien nacional.

Para obtener la autorización de realizar esta actividad en un curso de agua se debe solicitar la concesión de explotación; la cual es otorgada por la Municipalidad respectiva a la zona.

La municipalidad requiere de las autorizaciones técnicas y ambientales para la aprobación del proyecto.

La autorización técnica es otorgada por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. Sin embargo existen ríos y lagos de nuestro país que la autorización técnica queda a cargo de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante Nacional (DIRECTEMAR), área dependiente de la Armada de Chile.

Los ríos y lagos que son fiscalizados por este organismo son los ríos navegables; definido como todo río o cuerpo de agua, en donde una embarcación pueda desplazarse con un peso igual o superior a 100 toneladas de registro grueso.

En definitiva, los ríos navegables son fiscalizados por DIRECTEMAR y los ríos no navegables son fiscalizados por la Dirección de Obras Hidráulicas. La lista de ríos navegables y no navegables es mencionada en el Reglamento de Concesiones Marítimas de la Armada de Chile.

En cuanto a la autorización ambiental es otorgada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la cual se basa en los requerimientos especificados en la Ley Nº19.300 sobre bases generales del medio ambiente.

Esta ley hace referencia a la Declaración y Estudio Ambiental. El volumen de áridos que se proyecte a extraer durante la vida útil del proyecto determinara si se debe realizar Declaración ambiental o solo Estudio ambiental.

Si el volumen será inferior a los 80.000m³ se requiere Declaración Ambiental y si el volumen es mayor a los 80.000m³ se solicitará Estudio Ambiental.

Otro punto a considerar, es la realización de una extracción controlada, para así reducir los efectos erosivos del escurrimiento de las aguas; para esto se debe considerar un Plan de Manejo.

b) TRITURACIÓN Y MOLIENDA

El objetivo de esta etapa es la disminución del tamaño de las partículas a las dimensiones requeridas por los consumidores.

Para la realización de esta actividad se debe disponer de un sistema de bandas transportadoras y de un sistema de chancadores.

Las bandas transportadoras permitirán la circulación de los áridos por el sistema de chancadores, los cuales están dispuestos para realizar el proceso de trituración.

Generalmente se disponen de tres chancadores, el Chancador de Mandíbula, de Cono y de Eje Vertical; ordenados y dispuestos para triturar los áridos desde un mayor a menor tamaño.

c) CLASIFICACIÓN

Los elementos que realizan esta dinámica son las cribas o harneros, los cuales permiten seleccionar los áridos según tamaño, debido a que están provistas por mallas con aberturas de diferentes tamaños.

Las cribas son colocadas luego de cada chancador, a excepción del primer harnero de malla de ¾' que se ubica al inicio para seleccionar y obtener los áridos rodados.

d) LAVADO

Los áridos que serán utilizados para la producción del hormigón deben estar formados por elementos duros, limpios, libres de partículas blandas, terrones, arcilla, impurezas orgánicas y toda sustancia que pueda afectar la resistencia del hormigón.

Es por esto que los áridos deben ser lavados, para eliminar toda sustancia que perjudica la adherencia entre árido y cemento. Por lo tanto se debe contar con agua potable y con un equipo adecuado para realizar esta labor, para esto se utiliza el tornillo lavador.

e) ALMACENAMIENTO

Los áridos son mantenidos en silos o acopios. El método más común es el acopio, donde los pétreos son expuestos al aire libre, separados e identificados según sus tamaños.

Se recomienda realizar acopios de altura inferior a los 5m para evitar la inestabilidad de éste.

Durante su estancia en planta, los áridos deben someterse a Control de Granulometría, para verificar y confirmar que se encuentran en los rangos exigidos por la Norma Chilena y el cliente.

La Planta de Áridos Dowling & Schilling de la ciudad de Osorno, realiza un Control de Granulometría dos veces por semana, los cuales son realizados en el laboratorio interno de la Planta, con el fin de verificar la granulometría requerida por sus dos mayores consumidores de la zona, los cuales son las Centrales de Hormigones Lafarge S.A y Ready Mix S.A de la ciudad de Osorno.

f) TRANSPORTE

Los áridos son transportados en camiones tolvas, cuyo medio permite trasladar volúmenes entre 18m³ a 23m³.

El ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y CONAMA exige que este tipo de automóviles que transportan pétreos, deben viajar protegidos por toldos para evitar el derrame de las partículas y deberán ir húmedos para impedir la segregación del material. Además deben cumplir con los límites de peso en las carreteras, definidos y fiscalizados por la Dirección de Vialidad.

III. CENTRAL HORMIGONERA

GENERALIDADES

Una central hormigonera cumple la función de producir, transportar y entregar hormigón premezclado a las diversas obras que contraten sus servicios.

La empresa distribuidora de hormigón debe cumplir con los requerimientos pactados con el cliente, ya sea con las características del hormigón solicitado, el horario y el servicio de entrega en general.

Para el cumplimiento de este objetivo la empresa realiza un sistema de actividades que permiten la producción y distribución de un hormigón con calidad garantizada. La empresa inicia con asociarse con proveedores que colaboren a este fin, entregando productos en buen estado, con stock suficiente al solicitado y acompañado de un buen servicio.

a) RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

1. ÁRIDOS

Los áridos llegan a la Central Hormigonera en camiones tolvas, cuyos volúmenes son variables. Cada carga de áridos se debe acompañar de una guía de despacho donde se especifique los datos de la empresa de áridos, el volumen, tipo de árido y precio del despacho.

Ya recepcionada la carga se recomienda una ducha de agua para eliminar el polvo que haya recibido durante el traslado.

2. CEMENTO

El cemento llega a la Central en forma de sacos, big-bag o a granel. Independiente de la forma se debe recibir la guía de despacho y verificar si el producto especificado en la guía es el recepcionado, esto se hace comparando el número del sello escrito en la guía y el sello que viene atado al transporte del cemento.

Los cementos a granel son depositados en silos, cuya capacidad debe ser medida antes de cada descarga.

El cemento a granel es transportado en camiones graneleros, los cuales están provistos de un tanque a presión que permite la descarga hacia los silos, cuya presión no debe superar los 1,5kg/cm^2. Terminado el proceso se deben entregar dos fichas de pesaje del camión, cuyos pesajes se realizan antes y después de la descarga para confirmar su vaciado completo.

b) ALMACENAMIENTO

1. ÁRIDOS

Los áridos son almacenados en acopios, separados por barreras que eviten el contacto entre los distintos tipos. La altura de estos acopios no debe superar los 3m. Cada acopio debe estar identificado por un cartel que detalle el árido por nombre, tamaño y proveedor.

En los acopios se requiere de un sistema de drenaje para que los pétreos mantengan una humedad constante.

2. CEMENTO

- **EN SACOS Y BIG-BAG**

El cemento en sacos y big-bag son mantenidos en bodegas, medio que permite la protección y aislación de este material. Además éstos deben colocarse sobre pallets de madera para asegurar su aislación con el suelo.

Los big-bag son apilados con un máximo de tres; el máximo de apilamiento de los cementos en sacos dependerá del tiempo por mantener, si el tiempo es menor a dos meses se apilaran doce sacos y si el tiempo supera los dos meses se apilaran solo ocho sacos.

- **A GRANEL**

Cada silo debe poseer un cartel que identifique el tipo de cemento almacenado. Los silos deben ser medidos diariamente para medir su capacidad de almacenamiento. Además, periódicamente los silos deben revisarse con el fin de verificar su completo sellado y detectar a tiempo cualquier tipo de filtración del elemento.

c) MANIPULACIÓN

1. ÁRIDOS

Los áridos son retirados desde los acopios a través de cargadores frontales, aplicando el sistema FI-FO (First In- First Out), el cual consiste en utilizar al inicio el árido que llega primero a la Central.

El operador del cargador frontal deposita los áridos en un buzón, los cuales son trasladados por una cinta transportadora hacia los arcones. Éstos deben estar identificados por carteles que sean visibles al operador del cargador frontal, para eliminar la posibilidad de cometer errores.

Los áridos utilizados por las Centrales Hormigoneras deben someterse a un listado de ensayos, los cuales deben cumplir con las Normas Chilenas.

La Empresa Lafarge Hormigones S.A realiza los siguientes ensayos, cuyos resultados deben estar dentro de los rangos especificados por la NCh 163. Of 79. (Tabla nº 1).

Granulometría / Materia fino inferior a tamiz 0.080mm / % de partículas chancadas / % de partículas laja / Densidad real seca / Absorción / Densidad Aparente suelta y compactada / Materia orgánica.

Estos Ensayos son realizados por un laboratorio externo a la Empresa, y se realiza una vez por semana.

2. CEMENTO

Al igual que los áridos se realiza el sistema FI-FO que se basa en utilizar al inicio el cemento que ingresa primero a la central hormigonera. Además se debe operar de manera de evitar la propagación de cemento al medio ambiente.

d) HORMIGÓN PREMEZCLADO

1. COMERCIALIZACIÓN

La comunicación entre el cliente y la empresa distribuidora de hormigón premezclado se inicia por la cotización, donde el cliente detalla sus productos requeridos quedando a la espera de una pronta respuesta por parte de la empresa.

Posterior a la cotización se realiza una visita a obra para conocer las condiciones del terreno donde se desarrollará la obra y así evaluar la factibilidad de acceso de los camiones mixer.

Si es factible la distribución del hormigón y los precios son convenientes para el cliente, se firma el contrato y se genera la ficha de obra; documento donde se detallan los productos, volúmenes y precios contratados.

2. PROGRAMACIÓN

El cliente debe enviar a la planta la programación semanal de sus despachos, especificando el día, hora y producto requerido. Este trámite se puede realizar vía fax, telefónica o e-mail; independiente del medio utilizado estas solicitudes deben ser ingresados al sistema Betonmatic por el jefe de operaciones de la central hormigonera.

3. OPERACIÓN DE PLANTA

Hay ciertas actividades que se consideran esenciales para lograr un correcto desarrollo de la central hormigonera. Dentro de estas, encontramos la toma de humedades de cada tipo de áridos, que se realizan tres veces al día como mínimo, los valores obtenidos se deben ingresar al Sistema Betonmatic.

Los equipos de medición y dosificación utilizados para la fabricación del hormigón son calibrados semanalmente, al igual que la planta se revisa periódicamente ayudado de un Check List de Planta en cual contiene cada punto a revisar. (Anexo Nº 3 muestra el Check list usado en las plantas de Lafarge Hormigones S.A)

4. DESPACHO

Al inicio de cada carga de hormigón se debe realizar la guía de despacho, en la cual se detalla la información esencial para una correcta entrega del producto. A esta guía se anexa un sello, los cuales son entregados al operador mixer.

El proceso productivo del hormigón premezclado es controlado principalmente por programas y equipos computacionales. El sistema utilizado para estos efectos es el Betonmatic, el cual es un sistema de automatización especializado para Centrales de Hormigón que permite la gestión completa para la venta y elaboración de hormigón.

Al finalizar la producción de cada carga de hormigón, el sistema Betonmatic emite un Remito, este es un documento donde se especifican los datos de la obra, tipo de hormigón y volumen cargado. Pero lo más relevante es que detalla la dosificación del hormigón, comparándolo con

los pesos que fueron registrados durante el pesaje. Este debe ser revisado luego de cada carga y verificar si las variaciones están dentro de los rangos de tolerancia.

Las tolerancias están determinadas según la materia prima y están establecidas en la Norma NCh 1934. Of92. “Hormigón preparado en central hormigonera”.

Cemento ± 1%

Áridos ± 2%

Agua ± 2%

Además en esta etapa se debe determinar la Docilidad del hormigón mediante el Método del Cono de Abrams, en las Plantas de Ready Mix S.A se toma al 20% de las cargas de hormigón del día y en las Plantas de Lafarge S.A mide la docilidad tres veces al día como mínimo; cuyos despachos son medidos al azar.

5. TRANSPORTE

El medio por el cual el hormigón se debe transportar, será el que permita mantener al hormigón como una mezcla homogénea y lograr una descarga con el grado suficiente de uniformidad, entregando un producto apto para ser puesto en obra.

El transporte utilizado es el camión mixer o camión agitador, el cual es un vehículo equipado con una betonera, elemento que permite llevar hormigón premezclado al mismo tiempo que realiza su amasado.

Se considera como carga máxima de 7.5m^3 de hormigón a pesar de que la betonera tiene mayor capacidad no son cargadas por el alto peso a transportar. Como carga mínima es 1m^3, ya que si es menor el volumen de hormigón producido aumenta los rangos de error en la dosificación del producto.

6. DESCARGA

La zona de descarga debe ser un terreno firme, libre de escombros y elementos cortantes.
Además el terreno debe tener un ancho mínimo de 3m. Una altura de 4m. Y una pendiente menor a 18º. Cuyas condiciones deben ser verificadas por el operador mixer, el cual está facultado de no realizar la descarga si no cumple con estas condiciones mínimas de descarga.

Dentro de las condiciones de operación durante la descarga son el tiempo y pendiente optima. El tiempo óptimo de descarga se detalla en la **Tabla nº 6** (página 62) y la pendiente óptima de la canoa para la descarga se especifica en la **Tabla nº 7** (página 62).

El tiempo de transporte y entrega, contado desde la hora de carga y hasta la hora del fin de la descarga, no debe exceder de dos horas, salvo que las partes pacten otros tiempos y se adopten las medidas técnicas para asegurar las propiedades del hormigón.

Si corresponde, durante el 10% y 90% de la descarga el encargado del laboratorio externo toma una muestra de hormigón fresco, solo en el caso de tener que determinar la Densidad Aparente para verificar el volumen de hormigón trasportado o una muestra para el Control de la Resistencias Mecánicas.

El control de las Resistencias Mecánicas se debe realizar cada 150m^3 de hormigón despachado por la Planta, sin embargo si el cliente requiere de una mayor frecuencia se puede pactar cuando se realiza el contrato de productos. Esto esta estipulado por la NCh 1934. Of92. “Hormigón preparado en central hormigonera”.
En el caso de la determinación de la Densidad Aparente, se realiza en caso que el cliente presente dudas con el volumen entregado.

RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS

Etapas del Proceso	Descripción	Responsable	Variables a Controlar	Criterios o Control	Registros asociados	No Conformidad (NC)	Acciones a seguir si hay NC	Recursos o equipos de apoyo
Cemento	Certificación de la calidad del producto	IDIEM	Normas Chilenas	Ensayos químicos y físicos	No aplica	Rechazo de certificación	No utilización del producto	Humano y Equipos de Laboratorio
Áridos								
Extracción	Concesión de Explotación de Áridos	Municipalidad	Normas Ambientales y Código Civil	Estudio Técnico y Estudio Ambiental del Proyecto	No aplica	Rechazo de la Concesión	Reevaluación del Proyecto	Humano
Molienda y Lavado	Revisión de los equipos utilizados en esta actividad	Jefe de Planta de Áridos	Especificaciones técnicas de los equipos	Revisión Técnica de los equipos (Chancadores y tornillo lavador)	No aplica	Detención del funcionamiento de la planta	Reparación o cambio de equipos	Humano y tecnológico
Clasificación	Obtener las dimensiones de los áridos que sean requeridas	Jefe de Planta de Áridos	Especificaciones técnicas de los equipos	Revisión Técnica de los equipos (Cribas y bandas transportadoras)	No aplica	Detención del funcionamiento de la planta	Reparación o cambio de equipos	Humano y tecnológico
Transporte	Cumpla las condiciones mínimas de traslado	Conductor del Camión Tolva	Normas ambientales y Leyes de transito	Inspección visual y pesaje del camión	No aplica	Sanción por infracción al pesaje de carga	Suspensión de actividades al conductor	Humano y tecnológico

RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS

Hormigón Premezclado								
Recepción de materias primas	Inspección de las materias primas al llegar a Planta	Jefe de Operaciones	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Inspección visual y revisión de guías de despacho	No aplica	Rechazo de las materias primas	Se toman medidas correctivas con los proveedores	Humanos
Almacenamiento de las materias primas	Verificar las condiciones de los elementos de acopio de materias primas	Jefe de Operaciones	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Inspección visual	No aplica	Reubicación de las materias primas	Restauración o cambio de los elementos de acopio	Humano
Manipulación de las materias primas	Controlar el correcto manejo de las materias primas	Jefe de Operaciones	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Inspección visual	No aplica	Observaciones correctivas	Informar y explicar la forma correcta de manipulación	Humano
Programación	Coordinar con el cliente las solicitudes de hormigón	Jefe de Operaciones	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Revisión e ingreso al sis tema de los requerimientos de hormigón, y confirmar con el cliente	Fichas de solicitudes de hormigón (fax, e-mail u otro)	Suspensión o cambio de horario del despacho	Informar al cliente	Humano y tecnológico

RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS

Operación de Planta	Incluye todas las actividades para el correcto funcionamiento de la planta	Mecánico de la Planta Hormigonera	Especificaciones técnicas de los equipos y programas de la central	Calibración de los equipos	Check list de planta	Detención del funcionamiento de la planta	Corregir los elementos o programas con fallas	Humano y tecnológico
Despacho	Actividades realizadas antes de la salida del hormigón de la central	Jefe de Operaciones y Operador del Mixer	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Control de Docilidad y revisión de guía de despacho-remito	Registro de docilidad de la Planta	Retraso del despacho	Ajuste de Cono en Planta	Humano
Transporte	Revisión general del camión mixer a su salida de la Central	Operador del Mixer	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Mantención del mixer	Check list de Camión Mixer	Detención del funcionamiento del camión mixer	Reparación o cambio del camión mixer	Humano
Descarga	Entrega del hormigón en obra	Operador del Mixer	Reglamento Interno de la Central Hormigonera	Cumplimiento de las condiciones técnicas del hormigón	No aplica	No se realiza la descarga	Devolución del hormigón a Planta	Humano

- **CHECK LIST**

Finalizado la revisión del tema, desde el proceso de obtención de las materias del hormigón y como el producto propiamente tal; basados en las actividades realizadas por las Centrales Hormigoneras con sistema de gestión certificados presentes en la zona, se propone un Check List que detalla un Control General del proceso para ser usado en una Planta Hormigonera fija que no disponga de controles definidos.

CHECK LIST

I. CEMENTO

a) CEMENTO NACIONAL

	SI	NO
¿El cemento se encuentra certificado por el Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales (IDIEM) u otro laboratorio certificado por el INN?		

b) CEMENTO IMPORTADO

	SI	NO
¿Fue solicitado en la aduana, al ingresar al país, el certificado del IDIEM u otro laboratorio certificado por el INN donde se acredite al Control de Calidad?		
¿Fue certificado por el IDIEM u otro laboratorio certificado por el INN, antes de su uso o comercialización en el país?		

Referencias: *Boletín "Hormigón al Día" publicado por el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.*

II. ÁRIDOS

a) EXTRACCIÓN

- **Desde Rio Navegable**

	SI	NO
¿Fue otorgada la autorización técnica por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante Nacional (DIRECTEMAR) para desarrollar esta actividad?		

- **Desde Rio No Navegable**

	SI	NO
¿Fue otorgada la autorización técnica por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas para desarrollar esta actividad?		

- **Desde Rio Navegable y No Navegable y de Pozos.**

Responder si se proyecta extraer menos de 80.000m³ en vida útil del proyecto:

	SI	NO
¿Se recibió la autorización ambiental luego de la Declaración de Impacto Ambiental a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)?		

Responder si se proyecta extraer menos de 80.000m³ en vida útil del proyecto:

	SI	NO
¿Se recibió la autorización técnica luego de presentar el Estudio de Impacto Ambiental a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)?		

- **Desde Rio Navegable y No Navegable y de Pozos.**

	SI	NO
¿La municipalidad correspondiente otorgó la concesión de explotación de áridos?		
¿Se respeta el Plan de Manejo?		

Referencias: *Sr. Pedro Espinoza R. Jefe de Planta de Áridos Dowling & Schilling; Osorno/ Sr. Daniel Bertrán D. Jefe de Planta Áridos Chumpullo. Valdivia/ Ley Nº 19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente/ Reglamento sobre concesiones marítimas; Armada de Chile/ Ley Nº 18.362 sobre Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.*

b) TRITURACIÓN Y MOLIENDA

	SI	NO
¿Se dispone a lo menos con tres Chancadores?		
¿Los chancadores se encuentran en el siguiente orden; Chancador de Mandíbula, Chancador de Cono y Chancador de Eje Vertical?		
¿Los equipos de chancado y de cintas transportadoras son revisados periódicamente? (recomendado una vez por semana)		

Referencias: *Sr. Pedro Espinoza R. Jefe de Planta de Áridos Dowling & Schilling; Osorno/ Sr. Daniel Bertrán D. Jefe de Planta Áridos Chumpullo. Valdivia.*

c) CLASIFICACIÓN

	SI	NO
¿Las mallas granulométricas del harnero se encentran limpias y firmes?		
¿Se evitan las caídas de gran altura, para impedir la segregación y fragmentación de los áridos?		

Referencias: *Sr. Pedro Espinoza R. Jefe de Planta de Áridos Dowling & Schilling; Osorno.*

d) LAVADO

	SI	NO
¿Se cuenta con suministro de Agua Potable para esta actividad?		
¿Se cuenta con equipos o personal para el retiro todo elemento distinto a un material pétreo? (maderos, metal u otro similar)		

Referencias: *Sr. Pedro Espinoza R. Jefe de Planta de Áridos Dowling & Schilling; Osorno/ NCh 163. Of 79 "Áridos para morteros y hormigones"; (5.1 Requisitos generales).*

e) ALMACENAMIENTO

	SI	NO
¿La altura de los acopios no compromete la estabilidad de éstos? ($h_{máx}$ = 5m)		
¿Están identificados los acopios, detallando nombre y tamaños de las partículas?		
¿Los áridos son analizados periódicamente por un laboratorio externo certificado? (Ensayos de % de partículas chancadas, % de partículas laja, densidad real seca, absorción de agua, huecos, etc)		
¿Se realiza en laboratorio interno de la Planta de áridos, control de granulometría dos veces por semana, como mínimo?		

Referencias: *Sr. Pedro Espinoza R. Jefe de Planta de Áridos Dowling & Schilling; Osorno/ NCh 163. Of 79 "Áridos para morteros y hormigones"; (7. Ensayos).*

f) TRANSPORTE

	SI	NO
¿Los camiones tolvas salen de Planta cubiertos por toldos?		
¿Los áridos se transportan húmedos?		
¿Los camiones tolvas la carga máxima permisible en carreteras?		

Referencias: *Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones/ Dirección de Vialidad/ Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial; Rubro productos de Cemento y Hormigón de CONAMA.*

III. CENTRAL HORMIGONERA

a) RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

1. ÁRIDOS

	SI	NO
¿El producto especificado en la guía de despacho es el producto recibido?		
¿El volumen descrito en guía de despacho coincide con el volumen entregado?		
¿Son rociados los áridos al ingreso de la central?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur.*

2. CEMENTO

	SI	NO
¿Los datos especificados de la guía de despacho concuerdan con el producto recibido?		
¿Se comprobó si el silo tiene la capacidad suficiente para el volumen de cemento a recepcionar?		
¿La descarga se realiza a una presión $\leq 1{,}5 kg/cm^2$?		
¿Se recepcionaron y revisaron las dos fichas de pesaje?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno.*

b) ALMACENAMIENTO

1. ÁRIDOS

	SI	NO
¿Los áridos se encuentran separados por barreras que evite el contacto entre los de distintos tamaños?		
¿Los carteles que identifican a cada tipo de árido es visible y legible?		
¿Los acopios poseen un sistema de drenaje, que permita mantener la humedad de éstos?		
¿Se respeta la altura máxima de acopio (3m)?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno.*

2. CEMENTO

❖ **EN SACOS Y BIG-BAG**

	SI	NO
¿Se mantienen en bodegas ventiladas y protegidos del aire húmedo?		
¿Son colocados sobre pallets de madera para una mejor aislación?		
¿Se respetan los límites de apilamiento?		
¿Las columnas de sacos apilados se dejan separadas para permitir el paso del aire?		

Referencias: *Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur*

❖ **A GRANEL**

	SI	NO
¿En cada silo se identifica el tipo de cemento almacenado?		
¿Los silos son medidos diariamente para ver la capacidad de almacenamiento que hay disponible?		
¿Se revisan periódicamente los silos para detectar a tiempo algún tipo de filtración u otro detalle que presente?		

Referencias: Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno.

c) MANIPULACIÓN

1. ÁRIDOS

	SI	NO
¿Se retiran los áridos en sistema FI-FO?		
¿Los arcones de depósitos de áridos se encuentran identificados por tipo?		
¿Los carteles de identificación de los arcones son visibles para el operador del cargador frontal?		
¿Se realiza semanalmente un Ensayo de Granulometría, por algún laboratorio externo?		
¿Se inspecciona visualmente el aspecto granulométrico de los áridos?		
¿Se inspecciona visualmente los áridos para detectar la presencia de impurezas?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ NCh 1934. Of92. Hormigón preparado en central hormigonera (Anexo B).*

2. CEMENTO

	SI	NO
¿Se aplica el sistema FI-FO?		
¿Se manipulan de manera de evitar la propagación al aire libre?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial; Rubro productos de Cemento y Hormigón de CONAMA.*

d) HORMIGÓN PREMEZCLADO

1. COMERCIALIZACIÓN

	SI	NO
¿Las cotizaciones son revisadas y atendidas a tiempo?		
¿Se realizan las visitas a terreno antes de efectuar el contrato?		
¿En la ficha de obra se detallan todos los productos contratados, precios y condiciones comerciales acordadas?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno.*

2. PROGRAMACIÓN

	SI	NO
¿Se ingresa al Sistema Betonmatic todas las solicitudes de hormigón?		
¿Se registra todo cambio de horario que se realizase?		
¿Se llama, cada día por la tarde, a todos los clientes para confirmar los despachos del día siguiente?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno.*

3. OPERACIÓN DE PLANTA

	SI	NO
¿Se realiza la “Toma de Humedad” de los áridos, tres veces al día como mínimo?		
¿Las humedades obtenidas, son ingresadas al Sistema Betonmatic?		
¿Se realiza el Check List diario de la Planta?		
¿Se efectúan calibraciones semanales a los equipos de medición y dosificación de la planta?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur / NCh 1934. Of92. Hormigón preparado en central hormigonera (Anexo A).*

4. DESPACHO

	SI	NO
¿Los datos de la guía de despacho coinciden con los datos del remito?		
¿El número de sello de la guía de despacho concuerda con el sello entregado?		
¿Las desviaciones en el pesaje indicado en el remito esta dentro de los rangos de tolerancia?		
¿Se llama al cliente, antes de ejecutar cada carga de hormigón?		
¿Se inspecciona visualmente la docilidad de cada carga de hormigón?		
¿Se mide la docilidad del hormigón, con el método del asentamiento del Cono de Abrams?		
¿Se forma un registro de los valores obtenidos en la medición de la docilidad? (asentamiento del cono)		
¿Los operadores de mixer fueron capacitados en Cursos de Tecnología del Hormigón?		
¿Los operadores de mixer son actualizados; en cuanto a manipulación y especificaciones de los nuevos productos comercializados en la central?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur / NCh 1934. Of92. Hormigón preparado en central hormigonera (Anexo A).*

5. TRANSPORTE

	SI	NO
¿Se realiza el check list diario de los camiones mixer? (Anexo Nº2)		
¿Se lava la betonera del camión mixer antes de cada carga de hormigón?		
¿Se detalla al operador del mixer, la ruta asignada hacia la obra?		
¿Se coloca el sello de calidad en canoa del camión mixer?		
¿Se respeta la carga máxima de 7.5m^3 de hormigón en el camión mixer?		
¿Se respeta la carga mínima de 1m^3 de hormigón en el camión mixer?		
¿Se coloca en tapacanoa antes de salir de la central hormigonera?		
¿Se lava el camión mixer antes de cada salida de la central?		
¿Se cuenta con algún sistema de seguimiento de los camiones mixer? (GPS/radios)		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial; Rubro productos de Cemento y Hormigón de CONAMA/*

6. DESCARGA

	SI	NO
¿Se inspecciona el acceso a la obra antes de la descarga?		
¿Se verifican los datos de la guía de despacho con el producto recepcionado?		
¿Se verifica la docilidad del hormigón antes de la descarga, mediante el Método del Cono de Abrams?		
¿Está dentro del tiempo adecuado para su descarga?		
¿El laboratorio externo toma muestra del hormigón entre el 10% y 90% para Ensayo de Densidad Aparente?		
¿El laboratorio externo toma muestra del hormigón entre el 10% y 90% para Ensayo de Resistencia?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/ Sr. José Chacón, Jefe de Operaciones de Lafarge Hormigones S.A; Osorno/ Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur / NCh 1934. Of92. Hormigón preparado en central hormigonera (Capítulo 8: Entrega y Recepción.*

7. EVALUACIÓN CLIENTE

	SI	NO
¿Se entregan al cliente en un tiempo prudente, los resultados de los Ensayos realizados durante la descarga? (1 semana después de la toma de muestra)		
¿Se realiza una visita al cliente, terminado el contrato, para una evaluación del servicio entregado?		
¿Se visitan periódicamente a los clientes, para informar los últimos productos creados por la empresa distribuidora de hormigón?		
¿Se cuenta con una línea de reclamos y/o sugerencias para el cliente?		
¿Se toman acciones correctivas en caso de reclamos y/o sugerencias?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur.*

8. EVALUACIÓN PROVEEDORES

	SI	NO
¿Existe algún documento formal con los proveedores que defina las condiciones técnicas y comerciales del negocio?		
¿Se evalúan periódicamente a los proveedores de materias primas?		

Referencias: *Sr. Ariel Fuentes S. Administrador de Sucursal Osorno de Lafarge Hormigones S.A./ Sr. Patricio Soto M. Jefe Zonal Osorno. Ready Mix Sur/Sr. Cesar Zumelzu B. Jefe Zonal Valdivia. Ready Mix Sur.*

CONCLUSIONES

Las empresas distribuidoras de hormigón premezclado debido a que están certificadas por la ISO 9000 e ISO 14001 cuentan con una calidad garantizada de sus procesos y productos; realizando un alto nivel de control de calidad dentro de la empresa productora, disminuyendo así, el control del producto en obra.

Son muchos los factores que han colaborado a que las empresas distribuidoras de hormigón premezclado hayan optado por la certificación; uno de ellos es la influencia internacional, como ocurre con Lafarge Hormigones y Pétreos S.A, los cuales pertenecen a sociedades francesas y suizas, respectivamente. Hecho que ha permitido que estas empresas tengan la experiencia de funcionar con sistemas de gestión desarrollados y aprobados en otros países.

Otro factor positivo son las diversas organizaciones a que pertenecen las empresas productoras de hormigón premezclado, como lo son la Asociación Chilena de Empresas Productoras de Hormigón Premezclado, Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, Federación Iberoamericana de hormigón premezclado, entre otros; implicando que las distintas empresas de este producto se mantengan informados de los avances del resto de las empresas, fomentando la constante búsqueda de la perfección de sus servicios para mantenerse en una equitativa competencia, beneficiando así a los usuarios; además permite que de un cierto modo se homologuen los procesos de las distintas empresas y la diferencia entre ellas sea mínima.

Sucede lo mismo con las empresas productoras de cemento debido a que éstas están asociadas a las empresas productoras de hormigón premezclado, y el consumo y avance vaya a la par entre las dos empresas.

Respecto a las empresas de extracción y distribución de áridos no se registran como empresas certificadas, fomentando la incertidumbre al usuario de este material; convirtiéndose en la

materia prima más controlada y ensayada durante su estancia en las centrales hormigoneras, incurriendo en mayores gastos. Este caso puede ser disminuido o eliminado si el control de calidad fuese más profundo y eficiente desde su procesamiento en las plantas de áridos, además si el rubro de la extracción de áridos dejase de ser tan independiente y artesanal como lo es en la actualidad.

Como empresas del rubro de los áridos deben organizarse con el fin de formarse en sociedades consolidadas, facilitando el logro de un sector más industrializado y conseguir mayores avances y ganancias para sí mismos y los consumidores.

En definitiva, las empresas de áridos deben actualizarse, iniciando con incluir las normas ISO 9000 en su desarrollo empresarial para lograr la certificación de sus procesos. Este implicaría que el control en las plantas de áridos sea más específico y obligatorio, disminuyendo el control en la Central Hormigonera.

Debido a que en esta tesis no se abarca la aplicación del Check List, no se pueden mencionar mayores resultados, quedando a disposición de futuros estudios. Sin embargo, este variará con el transcurso del tiempo debido a que muchas de las estas actividades serán reemplazadas con las nuevas tecnologías que ya existen, pero aun no han sido utilizadas por el alto costo que estas implican.

A modo de ejemplo, si se utilizaran silos para el almacenamiento de los áridos se evitaría el control de humedad, al igual que el uso de cintas transportadoras cubiertas para los áridos evitaría la contaminación de éstos, disminuyendo el control permanente por parte de las organizaciones ambientales.

Otro ensayo que puede ser eliminado es la toma de humedad en Planta, debido a que existen sistemas de Betonmatic que detecta la humedad de los áridos al momento de ser incorporados a la mezcla. Además, si se trabajase con centrales hormigoneras mezcladoras, entregaría instantáneamente con la docilidad programada, evitando así la medición del cono de Abrams en planta u obra y evitaría la intervención del operador mixer en la mezcla.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACHEPH. 1993. Manual del hormigón premezclado. Santiago. 67p

2. ALVIAL. J.; 2008. Material Audiovisual de asignatura Gestión de Empresas Constructoras II. Valdivia.

3. ÁRIDOS: CLASIFICACIÓN, MANIPULACIÓN Y ACOPIO. (Disponible en: http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&task=view&id=360&Itemid=33. Consultado el: 21 de julio de 2009).

4. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES-PÉTREOS (Disponible en: http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/adminTools/fichaDeProductoDetalle.aspx?idFichaPro=54. Consultado el: 19 de junio del 2009).

5. ÁRIDOS RODADOS Y MACHACADOS

(Disponible en: http://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Tema13.PDF. Consultado el: 21 de julio de 2009).

6. ARMADA DE CHILE. 2009. Reglamento de concesiones marítimas. 2ed. s.l. Dirección general del territorio marítimo y de marina mercante. 63p.

7. BERTRAN. D.; 2009. Proceso productivo de la planta y control de calidad. Valdivia. Planta Áridos Chumpullo, Valdicor.(Comunicación personal)

8. BETONMATIC VH

(Disponible en: http://www.betonmac.com/id_es/e_aut_betonmatic.html. Consultado el: 19 de agosto de 2009).

9. BRAVO, B.; BURKART, A.; CAMACHO, F.; GARCES, J.; GONZALEZ, E.; GONZALEZ, C.; HERRERA, F.; SOTO, V.; 2006. ¿Es posible extraer áridos sin dañar el suelo? s.l. s.e. 5p.

(Disponible en: http://agronomia.uchile.cl/web/manuel_casanova/renares/2006%20Aridos.pdf. Consultado el: 5 de mayo de 2009).

10. BUCAREY C., A. s.f. Cemento; fabricación y clasificación. 6ed. s.l, publicado por Cementos Bío-Bío. 32p. (Disponible en: http://74.125.47.132/search?q=cache:YNbnh_6GepQJ:www.cbb.cl/cementos/PutDocument.aspx%3FFile%3D576096_CEMENTO%2520FABRICAC.pdf+cementos,+fabricacion+y+clasificacion&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=cl

11. CEMENTOS BÍO-BÍO. 2000. Controles prácticos del hormigón y ejecución de estuco. 2ed. s.l. 49p.

12. CEMENTOS BÍO-BÍO. 2008. Manual de productos; Cementos. s.l. 24p. (Disponible en: http://www.biobio.cl/Cementos/PutDocument.aspx?File=941244_MANUAL%20CEMENTOS%20.pdf. Consultado el: 5 de mayo de 2009).

13. CEMENTOS BÍO-BÍO. s.f. Manual de productos y servicios. s.l. 38p.

14. CONAMA. 1998. Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial; Rubro productos de Cemento y Hormigón. Santiago.69p.

15. CHACÓN, J.; 2009. Control de calidad y Operaciones en planta. Osorno. Lafarge Hormigones S.A. (Comunicación Personal)

16. ESPINOZA, P.; 2009. Proceso productivo de la planta y control de calidad. Osorno. Planta de áridos Dowling & Schilling. (Comunicación personal)

17. FEDERACIÓN IBEROAMERICANA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO (Disponible en: http://www.hormigonfihp.org/. Consultado el: 4 de septiembre de 2009).

18. FICHA DEL PROYECTO: EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS EN RIO RAHUE SECTOR FUNDO EL ALMUD. (Disponible en: https://www.e-seia.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3274235. Consultado el: 24 de abril de 2009).

19. FUENTES, A.; 2009. Control de calidad en planta. Osorno. Lafarge Hormigones S.A. (Comunicación Personal)

20. IMBARAK, C.; s.f. Hormigón premezclado: eficiencia y modernidad. s.l. 4p. (Disponible en: http://www.revistabit.cl/body_articulo.asp?ID_Articulo=960. Consultado el: 7 de abril de 2009).

21. INN (CHILE). 1968. Cemento (Norma Chilena 148); Terminología, clasificación y especificaciones generales. Santiago. 13p

22. INN (CHILE). 1974. Construcción- Hormigón- Determinación de la docilidad (Norma Chilena 1019); Método del asentamiento del cono de Abrams. Santiago. 11p

23. INN (CHILE). 1975. Hormigón (Norma Chilena 171); Extracción de muestra del hormigón. Santiago. 7p

24. INN (CHILE). 1977. Áridos para morteros y hormigones (Norma Chilena 165); Tamizado y determinación de la granulometría. Santiago. 25p

25. INN (CHILE). 1979. Áridos para morteros y hormigones (Norma Chilena 163); Requisitos generales. Santiago. 29p

26. INN (CHILE). 1979. Hormigón (Norma Chilena 1564); Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco. Santiago. 11p

27. INN (CHILE). 1992. Hormigón preparado en central hormigonera (Norma Chilena 1934). Santiago. 27p

28. INN (CHILE). 1999. Cemento (Norma Chilena 642); Envases, sacos válvulas, especificaciones. Santiago. 7p

29. INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE. 1992. El control de calidad de los cementos en Chile. Boletín hormigón al día. 2(6): 2-6.

30. INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE. 2008. Memoria anual ICH 2008. s.l. Santiago. 21p.

31. ISO 9000. 2000. Sistemas de gestión de calidad; principios y vocabulario. Traducción certificada. 29p.

32. LOPEZ B., J. 1972. Los hormigones premezclados y los aditivos. s.l. s.e. (923-934p). (Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1972/1972_tomoI_3092_03.pdf. Consultado el: 19 de junio del 2009).

33. LOS ÁRIDOS Y EL CEMENTO

(Disponible en: http://www.conocelosaridos.org/pdfs/UT7_-_Los_Aridos_y_el_Cemento.pdf. Consultado el: 3 de agosto de 2009).

34. MERCADO DE CEMENTO

(Disponible en: http://www.asocem.org.pe/web/mercadocemento.aspx. Consultado el: 18 de abril de 2009).

35. SOTO. P.; 2009. Control de calidad en planta. Osorno. Ready Mix S.A. (Comunicación personal)

36. WIKIPEDIA-GRAVA (Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Grava. Consultado el: 3 de septiembre de 2009).

37. WIKIPEDIA-HORMIGÓN (Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/hormig%C3%B3n.

Consultado el: 5 de septiembre de 2009).

38. ZUMELZU, C.; 2009. Control de calidad en planta. Valdivia. Ready Mix S.A. (Comunicación personal)

39. ¿QUÉ SON LOS ÁRIDOS? ANEFA

(Disponible en: http://www.aridos.org/escaparate/verpagina.cgi?idpagina=2513&refcompra=. Consultado el: 3 de agosto de 2009).

ANEXO Nº1

FICHA DE SOLICITUD DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

Premix®

MESA CENTRAL: Fono: (2) 280 1000 - Fax: (2) 280 1001 - PROGRAMACION: Fono: (2) 460 7000 - Fax: (2) 854 2200
IQUIQUE: Vía 1 lote 2 / bajo Molle - Fono: (57) 381 316 - Fax: (57) 381 628 • **ANTOFAGASTA:** Ruta 26/Km. 12, Salar del Carmen - Fono: (55) 260 551 - Fax: (55) 260 531 • **LA SERENA:** Av. Los Talleres 1830 / Coquimbo - Fono: (51) 247 211 - Fax: (51) 247 188 • **VIÑA DEL MAR:** Av. Limache 4925 - Fono: (32) 672 692 - Fax: (32) 676 926 • **SAN ANTONIO:** Las Industrias S/N, San Juan - Fono: (35) 284 257 Fax: (35) 284 519 • **RANCAGUA:** Panamericana Sur 0315 - Fono: (72) 234 873 - Fax: (72) 233 859 • **CONCEPCION:** Av. Las Golondrinas 1536 / Talcahuano - Fono: (41) 419 069 - Fax: (41) 415 537 - **ARAUCO:** Cruce Norte Carampangue s/n • **LOS ANGELES:** Ruta 5 Sur Km. 509 - Fono: (41) 419 069 - Fax: (41) 415 537 • **TEMUCO:** Dagoberto Godoy 0390 - Fono: (45) 335 782 - Fax: (45) 337 802- **VALDIVIA:** Av. España, Parque Bisquemeyer lote 8 y 9 - Fono: (63) 251 558 - Fax: (63) 251 557 • **OSORNO:** Loteo Industrial Anticura, Calle Interior s/n 1180, Lote 7 y 8 - Fono: (64) 209 494 - Fax: (64) 209 477 **PUERTO MONTT:** Ruta 5 Km. 1018 - Fono: (65) 273 295 - Fax: (65) 273 296 • **CASTRO:** Ruta 5 Sur Km. 1170 - Fono: (09) 415 3633 - Fax: (65) 630 671.

FECHA

E. CONSTRUCTORA **CODIGO OBRA**

DIRECCION OBRA

MES	DIA	M3	TIPO DE HORMIGON						TIPO DE CEMENTO	ADITIVO	BOMBA	MUESTREO	HORARIOS RECEPCION EN LA OBRA
			TIPO	RESISTENCIA DOSIS	NIVEL DE CONFIANZA	TAMAÑO MAXIMO	CONO	OTROS					

SOLICITADO POR **TELEFONO**

OBSERVACIONES

* ESTE FAX DEBE SER **CONFIRMADO TELEFONICAMENTE** CON EL DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION ZONAL, PARA CHEQUEAR SU BUENA RECEPCION .

SOLICITUD DE HORMIGON

Imp. Scanner Gral - F. 5588902

ANEXO Nº 2

CHECK LIST DE CAMIÓN MIXER

LAFARGE HORMIGONES

Fecha:

Check List Diario Camión Mixer

Estado	
S/F	SIN FALLA
L	LEVE
G	GRAVE

N°Interno:	
Operador:	
Rev. Técnica:	
Horómetro:	
Kilómetros:	

		Estado S/F	L	G
Sistema hidráulico	Estado Bomba hidráulica			
	(*) Flexibles daño por roce			
	Cardán Bba. Juego/engrase			
	Filtro fijación y vacuómetro			
	Piola sentido de giro			
	Tapa estanque Hidráulico			
	Nivel estanque y color aceite			
Eje delantero izquierdo/derecho	***(*) Estado neumático***			
	(*)Estado de llanta y fijaciones			
	(*)Hojas Resortes			
	(*)Sistema de Dirección			
Tercer eje	Funcionamiento 3° eje			
	Neumáticos inter/exter			
	(*)Estado de llanta y fijaciones			
	Nivel aceite masa y tapa			
	Pulmones de levante y apoyo			
Estanque de agua	***(*) Estado y fijación***			
	Tapa o acople			
	(*)Manómetro (máximo 55 psi)			
	(*)Válvula seguridad			
Eje Trasero tándem	***(*)Estado Tándem***			
	Lubricación eje			
	(*)Neumáticos Inter/Ext.			
	(*)Estado de llanta y fijaciones			
	(*)Suspensión trasera/Hojas de resorte			
Torre trasera equipo mixer	Estado torre trasera			
	(*)Clip y pernos anclaje			
	Bandejas			
	Canoas y ***seguros***			
	Llave de cono y lavado			
	Embudo y buzón de carga			
	(*)Seguro tornamesa y canoa			
	Estado y lubricación de rodillos			
Mandos mixer	Caja o telecomando			
	Mando sentido de giro			
	Mando aceleración			
Escala	Estado			
	(*)Seguro de escala			
Alza canoa	Funcionamiento			
	Fijación caja			
	Roce cables alimentación			
	Cilindro alza canoa			
	Flexibles alza canoa			

		Estado S/F	L	G
Luces	Luces de posición y Delanteras			
	Luces de freno e intermitentes			
	Luces de retroceso y alarma			
	Luces de trocha o altura			
	Foco faenero			
Torre delantera	Pérdidas aceite reductor			
	(*)Clip y pernos de anclaje			
	(*)Flexibles motor hidráulico			
Baterías	Caja baterías y seguros			
Vista Frontal	Parabrisas y plumillas			
	Espejos laterales/cuneteros			
	Seguros Capot			
	Chapas y cilindros puerta			
Motor	Niveles (motor, Dirección y radiador			
	Ventilador estado/correas			
Cabina	Luces indicadoras			
	Tacómetro			
	Velocímetro			
	Horómetro			
	Amperímetro			
	Medidor presión aceite motor			
	(*)Medidor de presión de Aire			
	Medidor T°agua			
	Gama o selector de cambios			
	Pedal embrague juego libre			
Frenos	**(*)Pedalera**			
	(*)Tecalanes			
	(*)Pulmones			
	(*)Estanques aire (fijación y despiche)			

		Si	No	Estado
Otros	Documentos del vehículo			
	TAG			
	Radio transmisor			
	Tarjeta mantención preventiva			
	Triángulos, ***botiquín y extintor***			
	Cuñas y cono Abraham			
	Letrero Inf. Línea 800			
	Estado Protecciones laterales			

Nota(1): Los ítems marcados con (*) son de alta criticidad obligándose a una intervención inmediata (paralización hasta levantamiento de no conformidad).

Nota(2): Queda prohibido el uso de neumáticos marcas: Ling-Long en todos los ejes y Michelin en eje delantero

Observaciones:

ANEXO Nº 3

CHECK LIST PLANTA HORMIGONERA

CHEQUEO DIARIO DE PLANTA

Premix

SubGerencia de Mantención y Soporte Plantas
HORMIGONES PREMIX S.A.

Planta: (Marca, Modelo)
Sucursal: OSORNO

21-09-2009 AL 26-09-2009

Componentes SC

		LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO		
		G	MG	L	S/F	G	MG	L	S/F	G	MG	L	S/F	G	MG	L	S/F	G	MG	L	S/F
1.-	**TOLVA CARGA ARIDOS**																				
	COMPUERTAS TOLVA																				
2.-	**CINTA CARGADORA DE ARIDOS (A PLANTA)**																				
	CORREA TRASPORTADORA																				
	REDUCTOR																				
3.-	**CINTA ELEVADORA DE ARIDOS (A MIXER)**																				
	CORREA TRASPORTADORA																				
	REDUCTOR																				
4.-	**BASCULA DE ARIDOS**																				
	CELDAS DE CARGA																				
	TOLVA																				
5.-	**BASCULA DE CEMENTO**																				
	CELDAS DE CARGA																				
	RESPIRADERO																				
6.-	**SINFINES CARGA 1**																				
	MOTOREDUCTOR																				
7.-	**SINFINES CARGA 2**																				
	MOTOREDUCTOR																				
8.-	**SINFINES CARGA 3**																				
	MOTOREDUCTOR																				
9.-	**SINFIN DESCARGA**																				
	MOTOREDUCTOR																				
10.-	**CIRCUITO NEUMATICO**																				
	FILTRO REGULADOR LUBRICADOR (presión de trabajo 6 kg/cm2)																				
	DESPICHE ESTANQUE COMPRESOR																				
	PRESOSTATO Y MANOMETRO COMPRESOR (presión, partida 7 kg/cm2 parada 9 kg/cm2)																				
11.-	**DOSIFICADOR DE ADITIVO 1**																				
	MANOMETROS Y REGULADORES (presión de trabajo 3.5 kg/cm2)																				
	CELDA DE CARGA																				
12.-	**DOSIFICADOR DE ADITIVO 2**																				
	MANOMETROS Y REGULADORES (presión de trabajo 3.5 kg/cm2)																				
	CELDA DE CARGA																				
13.-	**DOSIFICADOR DE ADITIVO 3**																				
	MANOMETROS Y REGULADORES (presión de trabajo 3.5 kg/cm2)																				
	CELDA DE CARGA																				
14.-	**DOSIFICADOR DE ADITIVO 4**																				
	MANOMETROS Y REGULADORES (presión de trabajo 3.5 kg/cm2)																				
	CELDA DE CARGA																				

TOTAL DE FALLAS :

REALIZADA POR :

OBS :