



T-PM2  
614-3  
BAS

## **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción**

**Programa de Postgrado en Producción más Limpia**

### **TRABAJO DE TITULACION**

**"Estudio de Tres Casos donde se aplica técnicas de**

**Producción más Limpia en la Industria HOLCIM**

**HORMIGONES Planta Mirador Norte"**

Previo a la obtención del Título de:

**ESPECIALISTA DE POSTGRADO EN PRODUCCION**

**MAS LIMPIA**

Presentada por:

**MARIA FERNANDA BASTIDAS GAIBOR**

**Guayaquil - Ecuador**

**Año 2006**

DEDICATORIA

A MI PADRE

A MI MADRE

A MI HERMANA



## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.

DECANO DE LA FIMCP

Dr. Alfredo Barriga Rivera

COORDINADOR DEL POSTGRADO  
PRODUCCION MAS LIMPIA

Ing. Gastón Proaño

TUTOR

Dra. Cecilia Paredes

EVALUADOR



## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a la Industria HOLCIM HORMIGONES Planta Mirador Norte, por haber confiado y autorizado mi presencia dentro de las instalaciones para desarrollar con absoluta libertad todas las actividades relacionadas con el Programa de Especialización en Producción mas Limpia, especialmente al Sr. Ing. Jorge Flores Rada y a todo el personal de Planta por su apoyo constante.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL por brindarnos el aval académico en la Especialidad en Producción más Limpia. Al personal técnico y docente quienes con una orientación permanente aportaron sus conocimientos teóricos y su experiencia profesional.

Al Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia que en coordinación con el Banco Interamericano de Desarrollo y la Cámara de Industrias del Guayas hicieron extensivo a las pequeñas y medianas industrias la participación en el presente programa de especialidad. Gracias por el apoyo brindado, ustedes proporcionan una fuente de energía positiva.

A la Empresa AGRIGAMEX S.A. que contribuyó de manera desinteresada en auspiciar mi participación en el Postgrado en Producción mas Limpia.

A mi familia: a mi papá y mi mamá: gracias por el impulso y el apoyo incondicional de siempre, a mi hermana Nancy: por su continuo amor.

Al Ing. Gastón Proaño por su orientación en el desarrollo de esta Tesis; al Coordinador del Programa Dr. Alfredo Barriga y al Coordinador Técnico Ing. José Carozama.

Mi reconocimiento a cada una de las personas que de una u otra forma participaron y contribuyeron con entusiasmo en la culminación de este proyecto.

## DECLARACIÓN EXPRESA

" La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Post Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Ing. María Fernanda Bastidas Gaibor

## RESUMEN

En la Empresa Holcim Hormigones S.A. Planta Mirador Norte, con la colaboración de los funcionarios que laboran en la misma, se llevó a cabo la práctica del Programa de Postgrado en Producción mas Limpia (2004 – 2005) organizado por el Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia (CEPL) y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) que cuenta con el auspicio de la Cámara de Industrias de Guayaquil (CIG), y la cooperación el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

La práctica que está diseñada para identificar oportunidades de mejoramiento técnico, tecnológico, económico y ambiental e implementar programas de Producción Mas Limpia en las Industrias, utiliza una metodología elaborada por la Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI, adaptada por el Centro Nacional de Tecnologías Limpias (CNTL) de Brasil y el CEPL, la cual consiste en buscar mayor eficiencia en los procesos, productos y servicios industriales (de transformación o manufactura) incorporando una menor generación de residuos y desechos o menor nivel de generación de contaminantes, mientras mantiene el nivel de calidad.

En el presente trabajo se resumen los resultados de la investigación realizada en Holcim Hormigones S.A. Planta Mirador Norte, sobre oportunidades de Producción más Limpia, en el que se incluye una apreciación de la situación inicial de la empresa, así como mediciones realizadas durante el proceso productivo de Hormigón y potenciales medidas de P + L. Además propone la base para un posterior diseño y ejecución de la implementación de medidas adecuadas, tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos, con miras a plantear el mejor control y aprovechamiento de los mismos, de acuerdo a los requerimientos de desarrollo de la empresa y el cumplimiento de normas y reglamentos ambientales vigentes en el país.



## INDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
<b>CAPITULO 1</b>	
1. ANTECEDENTES.....	1
<b>CAPITULO 2</b>	
2. JUSTIFICACION.....	3
<b>CAPITULO 3</b>	
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivos Generales.....	5
3.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPITULO 4</b>	
4. ALCANCE DE P + L.....	6





**CAPITULO 5**

**5. ENFOQUE DE LA PRODUCCION MÁS LIMPIA.....7**

**CAPITULO 6**

**6. PROCESO DE FABRICACION DE HORMIGÓN PREMEZCLADO.....8**

6.1 Descripción del Proceso de Fabricación de Hormigón.....8

6.1.1. Recepción de materias primas.....8

6.1.2. Almacenamiento.....9

6.1.3. Alimentación Tolva de agregados.....9

6.1.4. Recepción de Cemento.....10

6.1.5. Dosificación de Agregados.....11

6.1.6. Alimentación de Cemento y Dosificación.....11

6.1.7. Dosificación de Aditivos.....12

6.1.8. Tratamiento y Dosificación del Agua.....12

6.1.9. Elaboración del Hormigón.....13

6.1.10. Cargado de Mixers.....13

6.1.11. Flujograma.....13

**CAPITULO 7**

**7. METODOLOGIA Y ESTUDIO DE CASOS.....16**

7.1. Diagrama de Flujo de Bloques.....18

7.2. Lay-Out de las Instalaciones.....22

7.3. Evaluación de Aspectos Legales.....24

7.4. Planillas de Aspectos Ambientales.....25



7.5. Resumen de la Evaluación de los Datos.....	27
7.6. Balance de Materiales y Diagnóstico.....	32
7.7. Planillas Auxiliares para la Selección de Casos de Estudio.....	36
7.8. Evaluación de Datos.....	44
7.9. Indicadores y Plan de Monitoreo.....	47
7.10. Selección de los Proyectos.....	48
7.10.1. Estudio de Caso No. 1.....	50
7.10.2. Estudio de Caso No. 2.....	55
7.10.3. Estudio de Caso No. 3.....	61
<b>CAPITULO 8</b>	
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO 9</b>	
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPITULO 10</b>	
<b>10. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ABREVIATURAS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
cm	Centímetros
CEPL	Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia
CG	Cámara de Industrias de Guayaquil
ONTL	Centro Nacional de Tecnologías Limpias de Brasil
°C	Grados Celsius
Ej	Ejemplo
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
Fig.	Figura
g	Gramos
g/cm <sup>3</sup>	Gramos por centímetro cúbico
g/seg	Galones por segundo
gl	Galón
h	Horas
Kg	Kilogramo
Kg/m <sup>3</sup>	Kilogramo por metro cúbico
Km	Kilómetro
Kwh	Kilowatios hora
L	Longitud
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros Cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
ml	Mililitros
mm	Milímetros
No.	Número
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
P + L	Producción más Limpia
PPRA	Programa de Prevención de Riesgos Ambientales
R.O.	Registro Oficial
S.A.	Sociedad Anónima
S/N	Sin Número
TM	Toneladas métricas
t	Toneladas
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental
$\rho$	Densidad

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

- Foto # 1. Recepción de Materias Primas. Balanza Electrónica
- Foto # 2. Recepción de Materias Primas. Materia Prima Pesada
- Foto # 3. Almacenamiento. Stock Principal de Materia Prima Gruesa
- Foto # 4. Almacenamiento. Stock Principal de Materia Prima Fina
- Foto # 5. Alimentación Tolva de Agregados. Tolva de Recepción
- Foto # 6. Cargadora Alimentando Tolva de Agregados
- Foto # 7. Banda Transportadora de Agregados
- Foto # 8. Recepción de Cemento. Silos Horizontales de Almacenamiento
- Foto # 9. Recepción de Cemento. Silo Vertical de Almacenamiento
- Foto # 10. Dosificación de Agregados. Tolva Dosificadora con Balanza
- Foto # 11. Alimentación de Cemento y Dosificación. Silos de  
Almacenamiento y Consumo.
- Foto # 12. Dosificación de Aditivos
- Foto # 13. Tratamiento y Dosificación de Agua
- Foto # 14. Elaboración de Hormigón. Tambor Mezclador
- Foto # 15. Cargado de Mixers



## INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Flujograma para la fabricación del Hormigón 210.....	14
Tabla 2. Operación de Mixers.....	15
Tabla 3. Eco-equipo de Trabajo.....	17
Tabla 4. Entradas y Salidas del Proceso de Producción.....	18
Tabla 5. Evaluación de los Aspectos Ambientales.....	28
Tabla 6. Resumen de la Evaluación de los Datos.....	30
Tabla 7. Análisis cuantitativo de entradas y salidas del proceso productivo de Fabricación del Hormigón .....	33
Tabla 8 Análisis cuantitativo de entradas y salidas del proceso productivo de Fabricación del Hormigón – Lavado de Mixers.....	35
Tabla 9 Categoría de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones de Fabricación del Hormigón – Lavado de Mixers.....	37
Tabla 10 Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, Residuos, efluentes y emisiones.....	38
Tabla 11 Prevención y minimización de desechos con Buenas Practicas Operacionales.....	39
Tabla 12 Prevención y minimización de desechos con Cambios en el Proceso e Innovaciones Tecnológicas.....	40
Tabla 13 Prevención y minimización con Cambios en el Producto.....	41
Tabla 14 Prevención y minimización con Cambios en las Materias Primas, Auxiliares e Insumos.....	42
Tabla 15 Adecuación y reducción del impacto ambiental con Tratamiento,	

Reuso y Reciclaje.....	43
Tabla 16. Evaluación de los Datos.....	45
Tabla 17. Selección de Proyectos.....	50
Tabla 18. Indicador Ambiental Caso 1.....	51
Tabla 19. Ficha de Indicador Ambiental No. 1.....	52
Tabla 20. Aspectos Económicos Caso 1.....	54
Tabla 21. Indicador Ambiental Caso 2.....	56
Tabla 22. Ficha de Indicador Ambiental No. 2.....	57
Tabla 23. Aspectos Económicos Caso 2.....	60
Tabla 24. Indicador Ambiental Caso 3.....	61
Tabla 25. Ficha de Indicador Ambiental No. 3.....	62
Tabla 26. Aspectos Económicos Caso 3.....	64
Tabla 27. Selección de Proyectos que serán implantados.....	65
Tabla 28. Beneficios e inversiones.....	65
Tabla 29. Beneficios ambientales.....	65



# CAPÍTULO 1

## 1. ANTECEDENTES

HOLCIM ECUADOR S.A. desde sus inicios en el año 1921 (antes conocida como La Cemento Nacional) se ha convertido en una de las principales industrias del país, de 100 empresas más respetadas solo 15 cumplen con todos los requisitos para ser consideradas las mejores. Para calificarlas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: estrategias de negocios, calidad de innovación, calidad de personal y ejecutivos, calidad de producto o servicio, calidad de marketing e imagen corporativa. Holcim ocupa el sexto puesto según informe realizado para el 2005. (1)

Continuando con el camino de superación cimentado en tres pilares fundamentales: Fortaleza para emprender nuevos retos, Desempeño para alcanzarlos y Pasión para hacerlo bien,(2) Holcim Hormigones S.A. Planta Mirador Norte que labora en Guayaquil desde el año 1999, cuyo objetivo es la elaboración y distribución de hormigón premezclado, ha abierto las puertas para realizar un trabajo de Producción más Limpia, en el cual se

propone tomar acciones en cuanto a la responsabilidad ambiental que tiene como parte colaboradora del sector industrial del país, mejoras en la calidad del producto, cumplir normativas ambientales, minimizar residuos y obtener una ganancia económica a la vez de mejorar ambientalmente.

Los resultados obtenidos de realizar el estudio de P+L en la Planta Mirador Norte, indican que se puede llevar un óptimo desarrollo en la elaboración del hormigón y al mismo tiempo minimizar costos indirectos asociados al producto mediante el ahorro en el consumo de servicios básicos como son: el consumo de agua potable y de energía eléctrica.





## CAPÍTULO 2

### 2. JUSTIFICACION

Holcim Hormigones S.A. Planta Mirador Norte, se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, en el Km. 2.5 de la Vía Juan Tanca Marengo. Esta industria se dedica específicamente a la elaboración de Hormigón Premezclado utilizado en la industria de la construcción. La planta inició sus operaciones en el año 1989 como una planta rodante. Desde entonces algunos cambios importantes se han realizado en la maquinaria debido principalmente a la diversificación de productos y la demanda de los mismos en el sector.

El interés de la Empresa en participar en el Programa de Producción más Limpia es contribuir con procesos de producción basados en el consumo mínimo de recursos naturales como son: agua, materias primas, energía eléctrica y así colaborar en la solución de los problemas ambientales que actualmente se presentan por la generación de residuos, emisiones y efluentes que degradan progresivamente la salud y el medio ambiente.

A través de la implementación del Programa: "Estudio de Tres Casos donde se aplica técnicas de Producción más Limpia en la Industria HOLCIM HORMIGONES S.A. Planta Mirador Norte", está buscando nuevas estrategias basadas en la prevención, que comprenden cambios en los procesos de producción, en los productos, en las materias primas, reciclaje y tratamiento de desechos.

El estudio de tres casos previamente seleccionados contribuye al mejoramiento continuo en la fabricación de hormigón, específicamente del tipo 210 que corresponde al presente estudio.



## CAPÍTULO 3

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivos Generales

Mejorar las prácticas de ahorro de materias primas e insumos, con el propósito de tener consumos mínimos y así obtener un beneficio económico y ambiental a través de la aplicación de Producción más Limpia.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Reducir el consumo de Agua en la Etapa de Lavado de Equipos y Mixers.
- Proponer un sistema de tratamiento para aguas residuales con altos valores de pH.
- Aprovechar los desechos sólidos de Hormigón como fuente de Ingresos Económicos para la Planta Mirador Norte.



## CAPÍTULO 4

### 4. ALCANCE

El estudio e implementación del programa de Producción más Limpia comprende en un inicio la identificación de las etapas del proceso productivo en la Fabricación del Hormigón Premezclado, y posteriormente la evaluación de cada etapa tomando en cuenta los aspectos técnicos, ambientales y económicos en los que se incluye:

- Recepción y almacenamiento de materia prima,
- Pesaje,
- Mezcla y distribución,

Además propone:

- El uso racional de los recursos naturales,
- Buenas prácticas operacionales,
- Sustitución y reducción de insumos y materias primas,
- Capacitación,
- Generación de indicadores,
- Investigación,
- Incentivos financieros.

## **CAPITULO 5**

### **5. ENFOQUE DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Producción más Limpia es una respuesta al enfoque mediante el cual prevenir la contaminación simplemente es más efectivo, económico y atractivo que tratar la contaminación en una etapa final, es así como se constituye en el elemento fundamental para que la industria asegure la competitividad empresarial a largo plazo, siguiendo políticas ambientales, objetivos, programas de control, etc.

El enfoque de P+L abarca aspectos internos de la industria desde la elaboración del producto, el consumo de materias primas e insumos, consumo de agua potable, consumo de energía eléctrica, así como la generación de residuos sólidos, generación de efluentes, ruidos, emisiones atmosféricas, asociados al proceso productivo; la calidad del producto, el acceso a una tecnología alternativa y la disponibilidad de capital, entre otros factores.



## **CAPITULO 6**

### **6. PROCESO DE FABRICACIÓN DE HORMIGÓN PREMEZCLADO**

#### **6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HORMIGÓN**

La elaboración del hormigón comprende diferentes etapas que van desde el aprovisionamiento de las diferentes materias primas hasta la descarga del tambor premezclador hacia los mixers, que son los que se encargan de distribuir el hormigón hacia las diferentes obras. A continuación, se describen las diferentes etapas del proceso.

##### **6.1.1. RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS**

Los diferentes tipos de agregados cada uno con su respectiva clasificación utilizados en el proceso de elaboración del hormigón, son transportados en volquetes los mismos que ingresan a las instalaciones de la planta sin lona de protección. Los agregados gruesos son traídos de Cantera Huayco y son principalmente de dos

tipos: piedra caliza de 19 mm y piedra caliza de 12 mm, mientras que los agregados finos son arenas trituradas de caliza, arena gruesa y arena fina que se los transporta desde Boliche, Río Chanchán.

Fotografía No. 1

La materia prima que ingresa a la Planta es pesada en una balanza electrónica, cuya capacidad es de 100 toneladas. En la Fotografía No. 2 del Anexo se puede apreciar una volqueta con agregados la cual es pesada en la balanza electrónica al ingresar a la planta.

#### **6.1.2. ALMACENAMIENTO**

Una vez pesados los agregados finos y gruesos, son almacenados en forma de pilas en el lindero Norte en un área de 745 m<sup>2</sup>, destinada para ello. En las Fotografías No. 3 y 4 del Anexo se indica la forma de almacenamiento de los agregados, son separados mediante divisiones para evitar que se mezcle la granulometría.

#### **6.1.3. ALIMENTACION TOLVA DE AGREGADOS**

El proceso de alimentación de la materia prima granular se inicia cuando la cargadora frontal recoge los agregados y los coloca en la tolva de recepción, estos son transportados por medio de una banda móvil, que se desplaza lateralmente colocando los diferentes tipos de

agregados en cada uno de los cuatro compartimentos de la tolva dosificadora de 200 t de capacidad. La operación se puede observar en las Fotografías No. 5, 6 y 7, cada agregado es llevado por separado a la tolva de recepción.

#### 6.1.4. RECEPCION DE CEMENTO

El cemento utilizado en el proceso de elaboración del hormigón es de: Tipo 1(cemento Pórtland puro), Tipo 2 (cemento Pórtland puro), Tipo RMC Normal (cemento Pórtland tipo IP) dependiendo del tipo de hormigón, el mismo que es transportado desde la Planta Cerro Blanco en camiones cisternas, especialmente acondicionados para este propósito. El Cemento al igual que los agregados, es pesado en la balanza y luego es descargado neumáticamente en los silos de almacenamiento.

El cemento es almacenado en tres silos, el Silo de Almacenamiento para Cemento Tipo RMC (más utilizado) tiene capacidad de 350 t, los otros dos Silos Horizontales son utilizados para el Cemento Tipo 1 y Tipo 2, tienen una capacidad de 90 ton cada uno. Anexo Fotografías 8 y 9.





### 6.1.5. DOSIFICACION DE AGREGADOS

La dosificación de los agregados se realiza automáticamente en la tolva de agregados.

En la tolva de agregados existe una balanza que utiliza un sistema de celdas de pesaje que dosifica la mezcla exacta de agregados que deben pasar. La mezcla de agregados se dirige hacia el tambor premezclador, lugar donde se mezclará con el cemento, agua y aditivos. Ver Fotografía 10 del Anexo.

### 6.1.6. ALIMENTACION DE CEMENTO Y DOSIFICACION

El cemento que se encuentra en el silo de almacenamiento es transportado hacia un silo de consumo diario de 35 ton de capacidad, una balanza se encarga de dosificar la cantidad de cemento que requiere el hormigón a elaborar, para luego pasar hacia el tambor premezclador. En la Fotografía 11 se aprecia la disposición de los silos, hacia el fondo se aprecia el silo de consumo.

### 6.1.7. DOSIFICACION DE ADITIVOS

El aditivo es un componente que se agrega dependiendo del tipo de hormigón requerido por el cliente, se pueden utilizar varios tipos de aditivos, siendo los mas comunes: plastificante (aditivo que ayuda al hormigón a volverlo mas fluido), retardador (aditivo que ayuda a retrasar el proceso de fraguado) y acelerante (aditivo que acelera el proceso de fraguado). Estos son almacenados en tanques de PVC, y desde estos depósitos los aditivos son bombeados hacia el tambor premezclador. En la Fotografía 12 del Anexo se observa el área de almacenamiento de los aditivos.

### 6.1.8. TRATAMIENTO Y DOSIFICACION DEL AGUA

Dependiendo del tipo de hormigón se puede requerir agua a baja temperatura, para lograr esto se utiliza un sistema de enfriamiento (Chiller), el cual reduce la temperatura del agua hasta 5 °C, la cantidad de agua a utilizar es bombeada desde la cisterna donde se encuentra almacenada y su cantidad es controlada por el sistema automatizado de elaboración del hormigón. Ver Fotografía 13 del Anexo, cisterna de almacenamiento de agua.



#### 6.1.9. ELABORACION DE HORMIGON

Una vez que todos los componentes se encuentran en el tambor premezclador, este procede a mezclarlos hasta obtener el tipo de hormigón deseado. El Hormigón 210 que se presenta en este trabajo es un Hormigón de Tipo Bombeable de característica fluido utilizado para canales delgados, vigas, pavimento, hormigón estructural, etc. Fotografía 14 del Anexo.

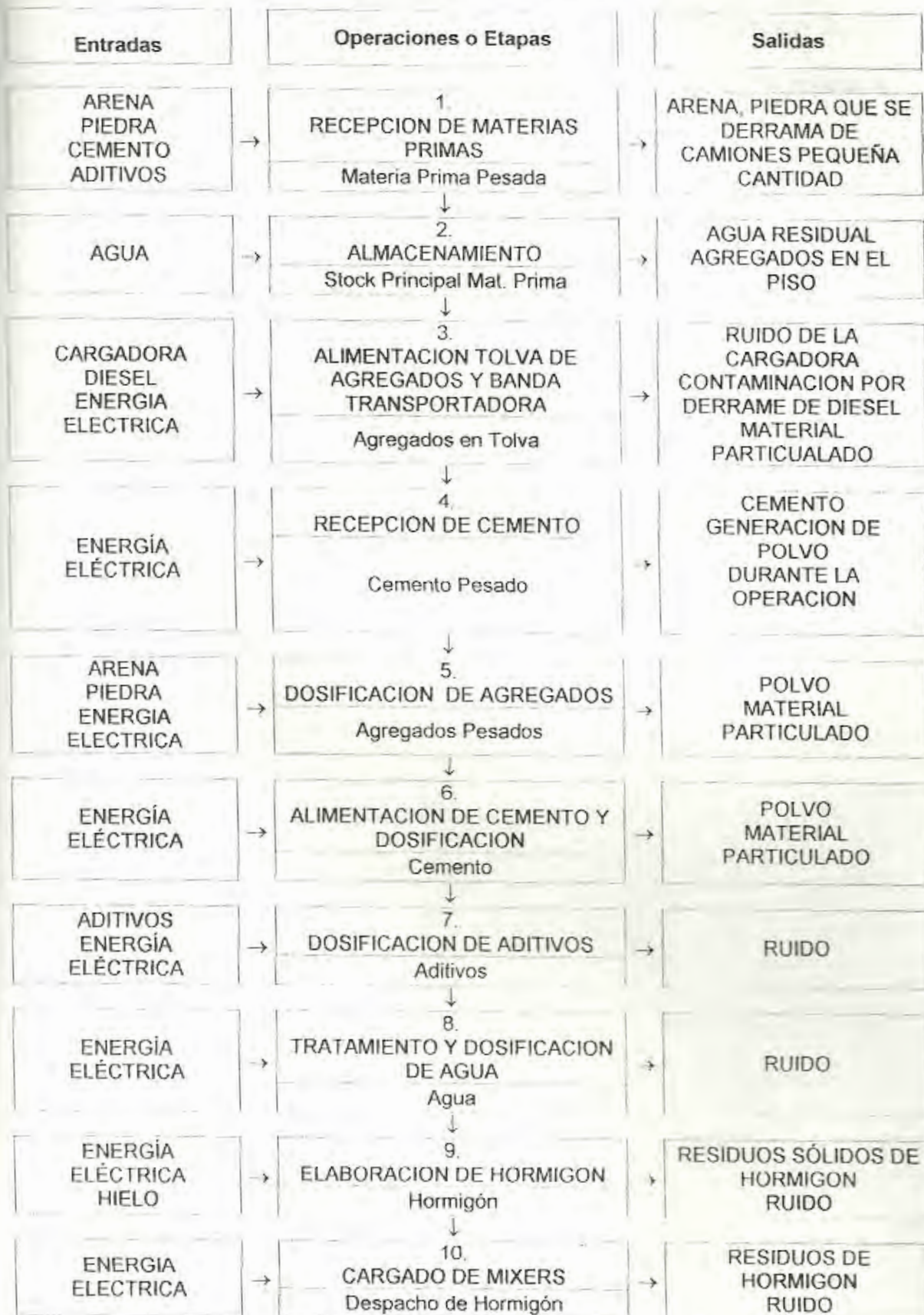
#### 6.1.10. CARGADO DE MIXERS

Una vez elaborado el hormigón se vacía en los mixers para ser llevados a obra, antes de salir el mixer de la planta se toma una muestra para llevar un control de calidad del hormigón elaborado. Ver Fotografía 15, los mixers son ubicados bajo el tambor mezclador donde receptan la mezcla.

#### 6.1.11 FLUJOGRAMA

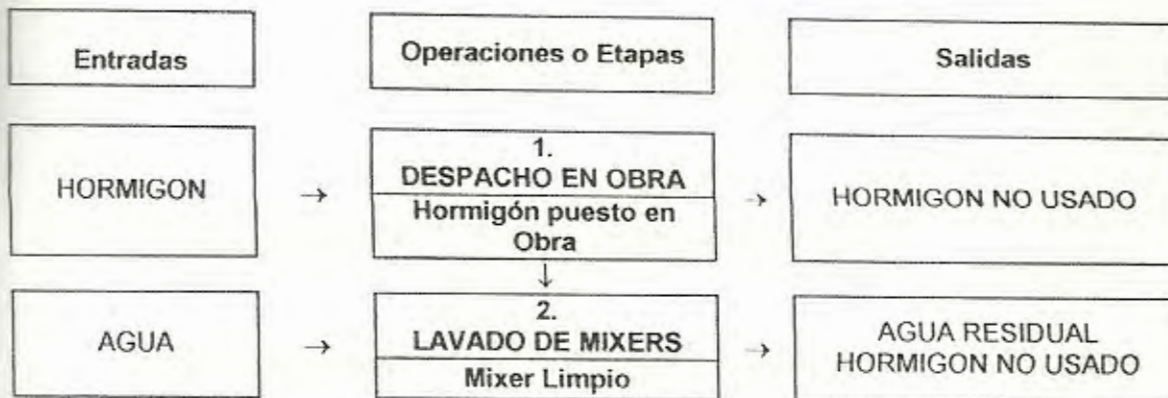
Para explicar mejor la descripción de proceso de elaboración de Hormigón se requiere elaborar un diagrama de flujo de procesos para conocer con mayor precisión las entradas y salidas de materia prima y desechos durante cada etapa del proceso productivo.

Tabla 1.- FLUJOGRAMA PARA LA FABRICACION DEL HORMIGON



Una parte importante de la etapa del trabajo atribuye la operación de los camiones mixers para la cual se ha elaborado un flujograma que detalla la operación como se indica en la tabla 2

Tabla 2.- OPERACIÓN DE MIXERS





## CAPITULO 7

### 7. METODOLOGÍA Y ESTUDIO DE CASOS

La metodología utilizada por el Programa de Producción más Limpia en Holcim Hormigones Planta Mirador Norte, se desarrolló tomando en cuenta un cronograma de trabajo, el cual consta de 5 etapas:

1. Planificación y organización del trabajo con el Eco-equipo de la empresa, visitas a la planta de producción y área administrativa con el personal técnico, operativo, administrativo y el tutor asignado. Eco-equipo de Trabajo. Tabla 3.
2. Diagnóstico de la planta utilizando una metodología mediante llenado de manuales, recolección de la información "in situ" y revisión de la documentación existente, desarrollo de los flujogramas del proceso.

3. Balance de material mediante mediciones reales realizadas durante el proceso productivo, procesamiento de información mediante la evaluación de los resultados de las mediciones, selección de los tres casos de aplicación de P+L.
4. Análisis de los casos seleccionados teniendo en cuenta las prioridades de la empresa.
5. Reuniones para evaluación de datos con el fin de dar continuidad en la implementación de medidas propuestas.

**Tabla 3.- ECOEQUIPO DE TRABAJO**

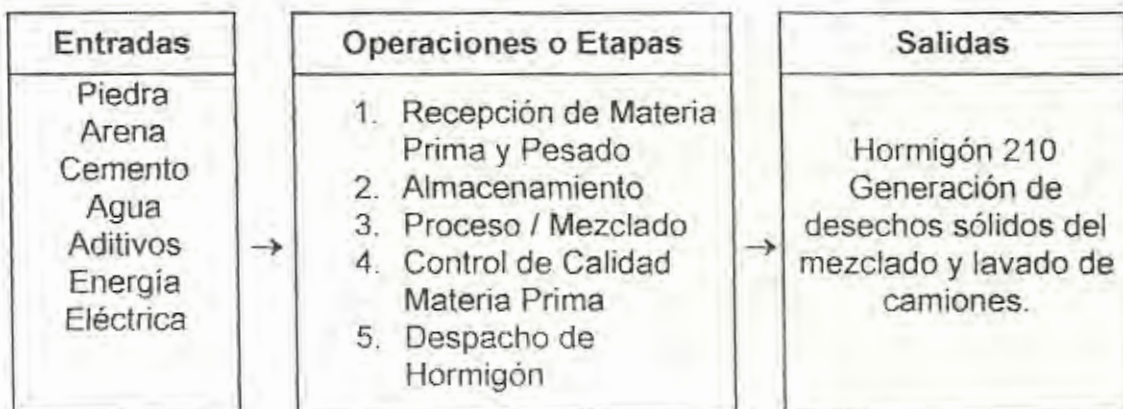
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Formación</b>
JORGE FLORES RADA	JEFE DE PLANTA	ING. CIVIL / GEOLOGO
JOHN VILLAMIL	JEFE DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	ING. INDUSTRIAL
EMERSON RIVERA	CONTROL DE CALIDAD	ING. CIVIL
CARLOS VELAZCO	OPERADOR TECNICO	BACHILLER TECNICO INDUSTRIAL
FELIX CARPIO	AUXILIAR DE PLANTA	BACHILLER
MA. FERNANDA BASTIDAS	CONSULTORA	ING. GEOLOGA

## 7.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE BLOQUES

En la Planta Mirador Norte se producen cinco tipos de Hormigón dependiendo de las características y diseños requeridos por el cliente. Los tipos de Hormigón son los siguientes: Hormigón Corriente, Hormigón Bombeable (280 y 210), Hormigón Pavimento, Hormigón Especial y Pilote.

El hormigón tipo 210 que se muestra en el estudio de caso se ha seleccionado en base a que durante la etapa de diagnóstico y medición se fabricó en mayor cantidad que los otros tipos de Hormigón. Para la fabricación del Hormigón se realiza una serie de pasos que se define como etapas de trabajo y cuyo detalle se indica en la Tabla 4.

Tabla 4.- ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE PRODUCCION



La elaboración del hormigón comprende diferentes etapas que se describen a continuación:



El aditivo se agrega dependiendo del tipo de hormigón requerido, los más utilizados son: plastificante, retardador y acelerante. Estos son almacenados en tanques de PVC, y desde estos depósitos son bombeados hacia el tambor premezclador.

El agua para producción utiliza un sistema de enfriamiento (Chiller), el cual reduce la temperatura del agua hasta 5°C, el agua es bombeada desde la cisterna donde se encuentra almacenada y su cantidad es controlada por el sistema automatizado de elaboración del hormigón.

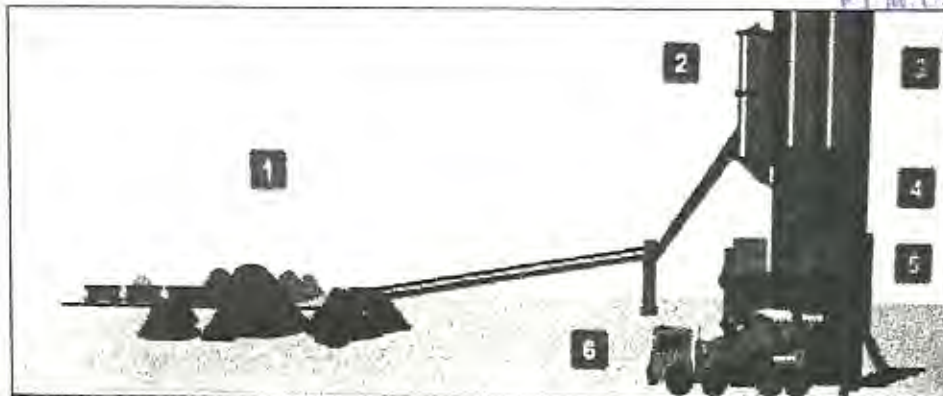
Una vez que todos los componentes se encuentran en el tambor premezclador, este procede a mezclarlos hasta obtener el tipo de hormigón deseado. El hormigón se vacía en los mixers para ser llevados a obra, antes de salir el mixer de la planta se toma una muestra para llevar un control de calidad del hormigón elaborado.

Una etapa paralela a la producción de hormigón es el lavado de los mixers, etapa en la cual se genera la mayor cantidad de consumo de agua potable no asociada directamente al proceso productivo.

A continuación se muestra el diagrama de proceso para la fabricación del hormigón.

## Proceso de elaboración del Hormigón.

POLITECNICA DEL LITORAL  
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLLOS"  
E.L.A.E.C.M.

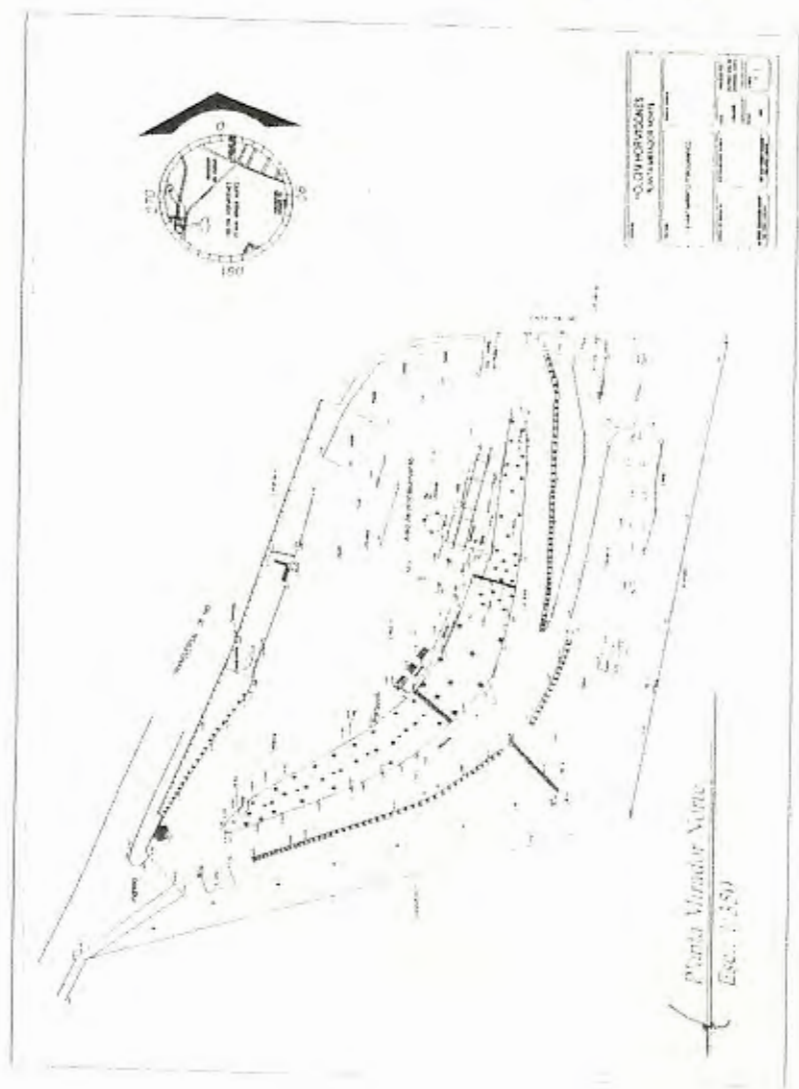


Etapas del proceso de elaboración del Hormigón:

1. Almacenamiento y transporte de agregados a la tolva de recepción por medio de una banda móvil.
2. Tolva de agregados con celdas de pesaje que dosifica la mezcla de agregados que deben pasar.
3. El cemento es transportado desde el silo de consumo y dosificado por una balanza, para luego pasar al tambor premezclador.
4. El aditivo y el agua se agrega dependiendo del tipo de hormigón requerido.
5. Mezcla de todos los componentes en el tambor mezclador hasta obtener el tipo de hormigón deseado.
6. El hormigón es vaciado a los Mixers para ser llevado a obra.

## 7.2 LAY-OUT DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones de la Planta Mirador Norte, pertenecientes a la empresa Holcim Ecuador, se encuentran ubicadas en la vía de ingreso al Cementerio Jardines de la Esperanza, junto al santuario de Schönstatt.



HOLCIM HORMIGONES PLANTA MIRADOR NORTE



### 7.3 EVALUACION DE ASPECTOS LEGALES

El control ambiental es monitoreado periódicamente por la Dirección de Medio Ambiente del Municipio de Guayaquil con el cual se verifica si la empresa cumple con las normas legales que protege el ambiente de los residuos industriales, emisiones generadas a la atmósfera y las emisiones sonoras. Algunos reglamentos que debe cumplir la empresa se detallan a continuación:

- Texto Unificado de Legislación Ambiental. Edición especial abril 2003.
- Ordenanza Municipal de circulación del Cantón Guayaquil, aprobada el 17 de febrero del 2001,
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Registro Oficial 97, 31 de mayo de 1976.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al Recurso Agua. Registro Oficial 204, 5 de junio de 1989.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originado por la emisión de ruidos. Registro Oficial 560, 12 de noviembre de 1990.
- Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos. Registro Oficial 991, 3 de Agosto de 1992.

- Reglamento de Seguridad e Higiene del trabajo. Normas emitidas por el Consejo Superior del IESS .Resolución No 172.

#### 7.4 PLANILLAS DE ASPECTOS AMBIENTALES

Con el propósito de realizar el seguimiento al proceso de producción se utilizó planillas de aspectos ambientales.

La planilla de aspectos ambientales ayuda a evaluar cuantitativamente cada etapa de producción mediante la información del flujograma de bloque, y los aspectos de entradas y salidas, el posible impacto y severidad, tanto en el uso de recursos naturales, como la contaminación del agua, del suelo y aguas subterráneas, contaminación del aire, y la incomodidad a partes interesadas que habita en los alrededores.

Se analiza también la probabilidad para cada evento, la relevancia de cada impacto, si se cumplen o no los requisitos legales para laborar como empresa, y el nivel de prioridad para realizar las medidas de adecuación.



La plantilla de evaluación de los aspectos ambientales se muestra en la Tabla 5, donde se incluye la descripción del aspecto, los impactos, grado de severidad, probabilidad, relevancia del impacto, existencia de requisitos legales, prioridad, y medidas de adecuación.

Para describir mejor los diez aspectos en las diferentes etapas del proceso de elaboración del Hormigón, se ha tomado en cuenta la Severidad del impacto (S), (es decir el grado de tolerancia del ambiente a permanecer o reestablecer su condición original), tanto en los aspectos de entrada del proceso como en los aspectos de salida de cada uno de ellos, se analizó la probabilidad de que ocurra cada aspecto del impacto evaluado.

La Relevancia del Impacto (I) es medida por la multiplicación entre la Severidad y Probabilidad.  $I = S$  (Severidad)  $\times$   $P$  (Probabilidad). Se considera además si existe Requisito Legal (RL) y Medidas de Adecuación (MC) con el fin de minimizar los impactos. Como Resultado (R) se suman los valores de relevancia del impacto, requisito legal y medidas de adecuación.

$R(\text{Resultado}) = I(\text{Impacto}) + RL(\text{Requisito Legal}) + MC(\text{Medidas de adecuación})$ .

La prioridad de cada impacto ambiental se establece de acuerdo a la suma obtenida anteriormente, mientras más elevado es el valor del resultado más significativo es el impacto ambiental para cada proceso evaluado. De acuerdo a estos resultados se toma en cuenta las medidas necesarias para adecuación o minimización de cada impacto producido.

## **7.5 RESUMEN DE LA EVALUACION DE LOS DATOS**

Para la evaluación de los datos obtenidos en la Tabla 4 se presenta las diferentes oportunidades encontradas en cada etapa del proceso de fabricación del hormigón con sus respectivas prioridades desde el punto de vista ambiental.

El rango de prioridades va desde 0 hasta 3, siendo el 0 considerado como máxima prioridad y el 3 como mínima prioridad.

El rango de valores que se le da a cada uno de los Aspectos en cuanto a Impactos y Severidad, Probabilidad, Requisito Legal, y Medidas de Adecuación, son considerados dependiendo de la etapa del proceso productivo analizado, tanto en las entradas de materia prima como en las salidas de material de desecho.



Tabla 5.- Evaluación de los aspectos ambientales

Nombre de la Empresa: HOLCIM HORMIGONES S.A. PLANTA MIRADOR NORTE		Proceso: FABRICACION DE HORMIGÓN 210											
Número de la operación / etapa (Flujograma de proceso)	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P)	Relevancia del Impacto $I = Sv \times P$	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Si	Existen Medidas para Adecuación? 0-Si 4- Si, pero no cumple 6-No	Resultado (sumatoria) $R = I + RL + MC$	Prioridad	Medidas para Adecuación Ambiental
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad											
1	Arena (E)	3	0	0	0	0	3	9	5	0	14	8	Adecuación de Pilas de Almacenamiento
1	Piedra (E)	3	0	0	0	0	3	9	5	0	14	8	Adecuación de Pilas de Almacenamiento
1	Cemento (E)	3	0	0	0	0	3	9	5	0	14	8	Prácticas Operacionales
1	Aditivos (E)	2	0	0	0	0	3	6	5	0	11	9	Prácticas Operacionales
1	Arena (S)	1	0	0	0	0	3	3	0	0	3	14	Adecuación de Instalaciones
1	Piedra (S)	1	0	0	0	0	3	3	0	0	3	14	Adecuación de Instalaciones
2	Agua ( E )	3	0	0	0	0	3	9	5	0	14	7	Utilizar agua de reciclaje
2	Agua Residual ( S )	2	1	0	0	0	2	6	0	0	6	13	Reingresar a Pilas de Almacenamiento



Tabla 5.- Evaluación de los aspectos ambientales – Continuación

2	Agregados ( S )	1	0	0	0	0	3	0	0	0	3	14	Practicas Operacionales
3	Cargadora ( E )	0	0	0	1	0	3	3	5	0	8	11	Prácticas Operacionales
3	Diesel ( E )	1	0	0	0	0	3	3	5	0	8	11	Prácticas Operacionales
3	Ruido ( S )	0	0	0	0	1	3	3	0	0	3	13	Mantenimiento de Equipos
3	Material Particulado ( S )	1	0	0	1	1	3	9	0	0	9	10	Tecnología
4	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de equipos
4	Polvo ( S )	1	0	0	1	1	3	9	0	0	9	10	Practicas Operacionales
5	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de Equipos
5	Polvo ( S )	1	0	0	1	1	3	9	0	0	9	10	Por determinar
6	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de Equipos
6	Polvo ( S )	1	0	0	1	1	3	9	0	0	9	10	Por determinar
7	Aditivos ( E )	1	0	0	0	0	3	3	5	0	8	11	Formulación
7	Energía Eléctrica ( S )	1	0	0	0	1	3	6	0	0	6	13	Revisión de equipos
8	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de equipos
9	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de equipos
9	Hielo ( E )	1	0	0	0	0	2	2	5	0	7	12	Formulación
9	Residuos de Hormigón ( S )	2	2	2	0	1	3	21	0	0	21	5	Prácticas Operacionales
9	Ruido ( S )	1	0	0	0	1	3	6	0	0	6	13	Revisión de equipos mecánicos
10	Energía Eléctrica ( E )	1	0	0	0	1	3	6	5	0	11	9	Revisión de equipos eléctricos
10	Residuos de Hormigón ( S )	2	0	2	0	1	3	15	0	0	15	7	Prácticas operacionales
10	Ruido ( S )	1	0	0	0	1	3	6	0	0	6	13	Revisión de equipos mecánicos
<b>LAVADO DE MIXERS</b>													
1	HORMIGÓN ( E )	4	0	1	0	1	3	18	5	0	23	4	Tecnología
1	HORMIGÓN ( S )	1	3	2	0	3	3	27	0	0	27	3	Practicas operacionales
2	AGUA ( E )	4	0	0	0	4	3	24	5	0	29	2	Prácticas operacionales
2	AGUA RESIDUAL ( S )	4	3	3	0	3	3	39	0	0	39	1	Tecnología
2	HORMIGÓN ( S )	1	3	1	0	1	3	18	0	0	18	6	Prácticas operacionales.

Tabla 6.- Resumen de la evaluación de los datos

Nº	Área de la Empresa	Oportunidades o problemas	Estrategias u opciones de solución	Barreras y necesidades	Motivo de la elección	Prioridad*
1.	LAVADO DE VEHICULOS Y EQUIPOS	A. VECES PERMANECEN ABIERTAS LAS LLAVES DE AGUA	CAPACITACION AL PERSONAL DE LIMPIEZA COLOCAR DISPOSITIVO MANUAL PARA SALIDA DE AGUA	TIEMPO, MALA PRÁCTICA, HÁBITOS DE TRABAJO	AHORRO DEL CONSUMO DEL AGUA	0
2.	PRODUCCION / MANTENIMIENTO	NO UTILIZAN EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL COMO OREJERAS Y MASCARILLAS	CAPACITACION AL PERSONAL DE PLANTA	HABITOS DE TRABAJO	SEGURIDAD OCUPACIONAL DE LOS EMPLEADOS	0
3.	LAVADO DE PISOS	OPERADOR DEJA ABIERTA LA LLAVE DE AGUA DE RECICLAJE.	REVISAR SISTEMA DE ALMACENAMIENTO/ COMPRAR LLAVE MANUAL	CAPACITACION AL PERSONAL DE LIMPIEZA	CONSUMO DE AGUA INNECESARIO	0
4.	AREA DE DESECHOS SÓLIDOS	LOS DESECHOS PUEDEN SER UTILIZADOS COMO RECICLAJE EXTERNO. SON DONADOS ACTUALMENTE	BUSCAR EMPRESAS QUE NECESITEN COMO MATERIA PRIMA LOS RESTOS DE HORMIGON	EMPRESA QUE NECESITE HORMIGON COMO MATERIA PRIMA	APROVECHAR RECURSOS	0
5.	PROCESO EN GENERAL	ALTO CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA. FACTOR DE POTENCIA DE 0.7 - 0.9 LO QUE OCASIONA MULTAS POR PARTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA	INSTALAR BANCO DE CAPACITORES PARA MINIMIZAR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.	ECONOMICA. COMPRA DE BANCO DE CAPACITORES	ALTO CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	0
6.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	AGUA AL FINAL DEL PRE TRATAMIENTO ES EVACUADA CON UN PH ELEVADO DE 12. NORMA AMBIENTAL DE 6 A 9	TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO PARA BAJAR PH. TRATAMIENTO PRIMARIO.	REVISION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	CONTAMINACION AMBIENTAL	0
7.	PLANTA EN GENERAL	FALTA SEÑALIZACION PARA CAMINAR POR LAS INSTALACIONES	PINTAR LINEAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	REVISION POR UN TÉCNICO INSTALACIONES COMPRA DE INSUMOS	SEGURIDAD INDUSTRIAL DE PERSONAL DE PLANTA Y VISITANTES	1
8.	SILO HORIZONTAL DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO TIPO 1	FUGA DE CEMENTO, GENERACION DE MATERIAL PARTICULADO, PERDIDA DE MATERIA PRIMA	ARREGLAR FUGA DE TUBERIA PIERDE PRESION	TIEMPO DE PRODUCCION Y DE PERSONAL	DESPERDICIO MATERIA PRIMA	1
9.	DESPACHO	MEZCLADOR REGRESA CON LA PRODUCCION NO HAY BUENA PROGRAMACION CON VENTAS	COORDINAR DESPACHO CON PRODUCCION. REPROGRAMAR PARA NO PERDER PRODUCCION	AJUSTE DE TIEMPO	PRODUCCION REGRESA COMO MATERIAL DE DESECHO	2

Tabla 6.- Resumen de la evaluación de los datos – Continuación

10.	DOSIFICACION 0.2% MAS DE MATERIA PRIMA	PARA REALIZAR EL MEZCLADO SE DOSIFICA 0.2% MAS DE LO SOLICITADO POR EL COMPRADOR	CONSEGUIR BALANZAS DE PRECISION PARA DOSIFICAR AGREGADOS. BALANZA ACTUAL DE PRECISION + - 1 Kg.	ECONÓMICAS	DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA	2
11.	OFICINAS	AIRE ACONDICIONADO A MUY BAJA TEMPERATURA SE DEJAN PUERTAS ABIERTAS COMPUTADORAS PRENDIDAS SIN DARLES USO	CAPACITACION AL PERSONAL QUE INGRESA A OFICINAS	HÁBITOS DE TRABAJO	AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	2
12.	VACIADO DE HORMIGON AL MIXER	RIEGO DE HORMIGON AL DESTAPAR MEZCLADOR Y VACIAR AL MIXER	ESTRATEGIAS TECNOLOGICAS POR REVISAR	TÉCNICAS ECONOMICAS	DESPERDICIO DE PRODUCTO FINAL	2
13.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	ALCANTARILLA DESCARGA AGUAS GRISES ATRAVIEZA TODO EL PREDIO CONTAMINA EFLUENTE FINAL	REVISION DE ALCANTARILLA QUE ATRAVIEZA EL PREDIO Y LLEGAN AGUAS A PISCINAS DE SEDIMENTACION	AUTORIDADES DE INTERAGUA.	CONTAMINACION DE AGUAS RESIDUALES.	2

A continuación se describe en detalle la calificación de la prioridad:

Prioridad:

Cero (0): Máxima Prioridad.

Uno (1): Alta Prioridad.

Dos (2): Mediana Prioridad.

Tres (3): Baja Prioridad.



## 7.6 BALANCE DE MATERIALES Y DIAGNÓSTICO

El balance de materiales identifica y genera datos de cada etapa del proceso productivo en donde se realiza un análisis cuantitativo de las entradas y salidas de materia prima, insumos, auxiliares, consumo de agua, energía, residuos sólidos, y emisiones atmosféricas, durante la fabricación del hormigón 210.

El cuadro resumen de la Tabla 7 muestra las mediciones realizadas para la producción diaria de hormigón, tomando en cuenta el tipo de hormigón fabricado durante un día de producción de 8 horas consecutivas, considerando que la producción se realiza en forma continua, por batch, y se realiza en base a pedidos.

El cuadro resumen de la Tabla 8 muestra las mediciones realizadas durante el proceso de Lavado de Mixers, las mediciones fueron tomadas en forma simultánea al proceso de Producción del Hormigón durante un día de producción de 8 horas consecutivas.

Tabla 7. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo de FABRICACION DE HORMIGON

Período y referencia de realización de la evaluación: 23 de junio de 2005

PRODUCCION DIARIA DE HORMIGON en una jornada de 8 horas

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
No se realizó durante el día Se tiene stock suficiente	----	----	1. Recepción de materias primas Materia Prima Pesada	----	----	----
No se almacenó durante el día Se tiene stock suficiente	----	----	2. Almacenamiento Stock Principal Materia Prima	----	----	----
No se abasteció de Diesel la Cargadora durante el día	----	----	3. Alimentación Tolva de Agregados y Banda Transportadora Agregados en Tolva	----	----	----
No hubo recepción durante el día. Se tiene stock suficiente	----	----	4. Recepción de Cemento Cemento Pesado	----	----	----
ARENA: 100.381 Kg PIEDRA: 73.049 Kg	----	----	5. Dosificación de Agregados Agregados Pesados	----	----	----
CEMENTO: 34.303 Kg	----	----	6. Alimentación de Cemento y Dosificación Cemento	----	----	----
ADITIVOS: 0.968 m <sup>3</sup>	----	----	7. Dosificación de Aditivos	----	----	----

Tabla 7. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo de FABRICACION DE HORMIGON  
- Continuación

AGUA:	12.052 m <sup>3</sup>	8. Tratamiento y Dosificación de Agua	----	----	----
		Agua			
HORMIGON	----	9. Elaboración de Hormigón	----	----	----
		Hormigón			
HORMIGON	----	10. Cargado de Mixers	----	0.0043 m <sup>3</sup>	----
		Despacho de Hormigón			
<b>SUBTOTAL</b>					
Agregados: 207.733 kg	12.052 m <sup>3</sup>	913.52 Kwh			
Aditivos: 0.968 m <sup>3</sup>					
<b>PRODUCTOS</b>					
Suma de los productos			93 m <sup>3</sup> de Hormigón Premezclado		
<b>TOTAL</b>					
<b>Suma total de entradas</b>		<b>Suma total de salidas</b>		<b>Diferencia</b>	
Cemento: 34.303 Kg		Hormigón = 97.80 m <sup>3</sup>		Hormigón = 4.8 m <sup>3</sup>	
Piedra: 73.049 Kg		Residuos Sólidos = 0.0043 m <sup>3</sup>		Residuos Sólidos = 0.0043 m <sup>3</sup>	
Arena: 11.381 kg					
Agua: 12.052 m <sup>3</sup>					
Aditivo: 0.968 m <sup>3</sup>					
Hormigón: 93 m <sup>3</sup>					
Energía Eléctrica: 913.52 Kwh					



Tabla 8. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo de FABRICACION DE HORMIGON

Nombre del proceso: LAVADO DE MIXERS

Período y referencia de realización de la evaluación: 23 de junio de 2005

PRODUCCION DIARIA DE HORMIGON en una jornada diaria de 8 horas

ENTRADAS		PROCESO PRODUCTIVO		SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
Hormigón: 97.80 m <sup>3</sup> Agua	0.48 m <sup>3</sup>	---	1. Despacho en Obra Hormigón puesto en Obra	---	---	---
AGUA	21.64 m <sup>3</sup>	---	2. Lavado de Mixers Mixers Limpios	22.12 m <sup>3</sup>	4.8 m <sup>3</sup>	---
	22.12 m <sup>3</sup>		<b>SUBTOTAL</b>			
Hormigón: 97.80 m <sup>3</sup>						
PRODUCTOS						
Suma de los productos				No se genera ningún producto en esta etapa el resultado son mixers limpios para un nuevo despacho		
TOTAL						
<b>Suma total de entradas</b>		<b>Suma total de salidas</b>			<b>Diferencia</b>	
Hormigón: 97.80 m <sup>3</sup> Agua: 22.12 m <sup>3</sup>		Efluentes Líquidos = 22.12 m <sup>3</sup> Residuos Sólidos = 4.80 m <sup>3</sup>			Efluentes Líquidos = 22.12 m <sup>3</sup> Residuos Sólidos = 4.80 m <sup>3</sup>	



## 7.7 PLANILLAS AUXILIARES PARA LA SELECCIÓN DE LOS CASOS

Las plantillas auxiliares ayudan a identificar la posible selección de los estudios de casos, listando en un orden los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones los cuales van a ser analizados tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Categoría: como subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones. (Tabla 9).
- Grupos: análisis de posibles alternativas para minimización y reciclaje de acuerdo a niveles propuestos por P+L. Tabla 10.
- Prevención y minimización de desechos con buenas prácticas operacionales, con cambios: en el proceso e innovaciones tecnológicas, en el producto, en las materias primas, auxiliares e insumos. (Tablas 11,12, 13 y 14).
- Adecuación y reducción del impacto ambiental con tratamiento, re-uso y reciclaje. (Tabla 15).

Al ingresar los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones en cada una de las plantillas se establece una guía general que nos permite dar prioridad de atención a cada problema. Las soluciones a desarrollar corresponden a buenas prácticas operacionales e innovación tecnológica.

**Planillas auxiliares para selección de los Estudios de Casos**

**Tabla 9. Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones**

Nº	Categorías	I	II	III
1	Materia prima no utilizada	X	X	X
2	Productos no comercializados		X	
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias primas			
4	Subproductos inevitables o desechos	X	X	X
5	Residuos y subproductos no deseados	X	X	X
6	Materiales auxiliares utilizados			
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos y sistemas	X	X	X
8	Lotes mal producidos o rechazos		X	
9	Residuos y materiales de mantenimiento	X		
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje			
11	Materiales de muestreo y análisis		X	
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones			
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas	X	X	
14	Material de embalaje			

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR



Tabla 10. Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Nº	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
			I	II	III
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales	X	X	X
2		Estandarización de procedimientos	X		
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas		X	
4		Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento	X		
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento	X	X	
6	PROCESO Y TECNOLOGÍA	Cambios e innovaciones tecnológicas	X	X	
7		Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de etapas			
8		Cambio en las instalaciones, lay-out o proceso	X	X	
9		Automatización de procesos			
10	PRODUCTO	Pequeños cambios en el producto			X
11		Cambio en el diseño o proyecto del producto		X	
12		Sustitución de componentes o embalaje del producto	X		
13	MATERIAS PRIMAS	Sustitución de la materia prima o del proveedor			X
14		Mejoramiento en la preparación de la materia prima		X	X
15		Sustitución de embalajes de la materia prima			
16	RECICLADO Y TRATAMIENTO	Logística asociada a subproductos y residuos	X	X	X
17		Re-uso y reciclaje interno	X	X	X
18		Re-uso y reciclaje externo		X	

Tabla 11. Prevención y minimización de desechos con Buenas Prácticas Operacionales

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
		I	II	III
1	CAPACITACION AL PERSONAL	X		
2	ESTANDARIZACION DE PROCESOS DE LAVADO	X		X
3	REVISIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN		X	
4	COORDINAR VENTAS CON PRODUCCIÓN		X	
5	SEÑALIZACION PARA AHORRO DE AGUA	X		X
6	MEJORAR MANTENIMIENTO DE COMPUERTAS DE AGREGADOS		X	
7	REDUCIR CANTIDAD DE MUESTRA PARA CONTROL DE CALIDAD	X	X	

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR



Tabla 12. Prevención y minimización de desechos con Cambios en el Proceso e Innovaciones Tecnológicas

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
		I	II	III
1	COLOCAR LLAVES MANUALES EN SALIDAS DE AGUA	X		
2	COLOCAR CONTADOR DE AGUA PARA LAVADO DE VEHICULOS	X		
3	ENCONTRAR ADITIVO PARA REDUCIR PEGADO DE PRODUCTO EN MIXER	X	X	X
4	CAMBIO DE COLOR DE MIXER PARA EVITAR CONSUMO EXESIVO DE AGUA EN LAVADO	X		
5	CAMBIO EN SISTEMA DE COMPUERTAS DOSIFICADORAS DE MATERIA PRIMA		X	
6	BALANZA DE PRESICIÓN PARA AGREGADOS		X	
7	DOSIFICACION DE UN PORCENTAJE DEL AGUA DEL PRODUCTO AL FINAL PARA LAVADO DEL TAMBOR MEZCLADOR		X	X

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR

Tabla 13. Prevención y minimización con *Cambios en el Producto*.

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
		I	II	III

\* No se sugiere cambios de productos en este caso.

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR

Tabla 14. Prevención y minimización con Cambios en las Materias Primas, Auxiliares e Insumos

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
		I	II	III
1	ENCONTRAR UN ADITIVO QUE NO PERMITA QUE SE ADHIERA HORMIGÓN A LAS PAREDES DE TAMBOR MEZCLADOR Y MIXER	X	X	X

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR

Tabla 15. Adecuación y reducción del impacto ambiental con Tratamiento, Re-uso y Reciclaje

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones		
		I	II	III
1	REUTILIZAR AGUA DE LAVADO	X		X
2	RECICLAJE EXTERNO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN		X	
3	INSTALAR UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	X		X
4	REUTILIZAR AGUA DE LAVADO EN EL PROCESO PRODUCTIVO	X		X

*Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones*

<b>I</b>	AGUA DE LAVADO DE MIXERS
<b>II</b>	RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN
<b>III</b>	AGUA DE LAVADO DE TAMBOR MEZCLADOR



## 7.8 EVALUACION DE DATOS

Para la evaluación de los datos se utiliza la matriz de la Tabla 16, donde se analiza la etapa del proceso, oportunidad a probabilidad, acciones a ser adoptadas y necesidades.

En esta matriz se describen las etapas del proceso que presentan problemas con sus respectivas oportunidades de mejoras, las necesidades o barreras existentes. A continuación se presenta la Tabla 16. Evaluación de los datos.

Tabla 16.- Evaluación de los datos

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
ÁREA DE PESADO	DESNIVEL EN EL PISO AL ENTRAR Y SALIR DE LA BALANZA ELECTRÓNICA	NIVELAR EL PISO CON RESIDUOS DE HORMIGÓN PARA MANTENER EL NIVEL	NINGUNA. CONTRATAR UN MAESTRO ALBAÑIL PARA QUE NIVELE EL PISO.
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	ALGUNAS VOLQUETAS TRANSPORTAN AGREGADOS SIN LONAS DE PROTECCIÓN	SOLICITAR A CHÓFERES QUE UTILIZEN CUBIERTA DE PROTECCIÓN PARA EVITAR DERRAME DE MATERIA PRIMA Y POSIBLES MULTAS	PRÁCTICAS OPERACIONALES.
SILO HORIZONTAL DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO TIPO 1	FUGA DE CEMENTO, GENERACIÓN DE PARTICULADO. PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA.	ARREGLAR FUGA DE TUBERIA.	TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y DE PERSONAL
PROCESO EN GENERAL	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. FACTOR DE POTENCIA DE 0.7 - 0.9	INSTALACION DE BANCO DE CAPACITORES PARA MINIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	ECONÓMICA
PRODUCCIÓN/ MANTENIMIENTO	ALGUNOS EMPLEADOS NO UTILIZAN EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL: GUANTES, LENTES, OREJERAS Y MASCARILLAS A PESAR DE POSEER LOS MISMOS	CAPACITACIÓN PERIÓDICA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL USO DE ESTOS AUXILIARES PARA EVITAR RIESGOS DE TRABAJO.	FALTA DE ADAPTACIÓN AL USO DE ESTOS IMPLEMENTOS EN EL CUERPO. MOLESTIAS A UN INICIO
PLANTA EN GENERAL	FALTA MEJORAR LA SEÑALIZACIÓN EN TODAS LAS ÁREAS DE LA PLANTA	ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN DEPENDIENDO DE CADA ÁREA QUE EXISTE EN LA EMPRESA CON EL FIN DE EVITAR ACCIDENTES Y RIESGOS DE TRABAJO	NINGUNA. SE ESTÁN IMPLEMENTANDO ESTAS GESTIONES EN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.
DOSIFICACIÓN 0.2% MAS DE MATERIA PRIMA	EN EL MEZCLADO SE DOSIFICA 0.2% MÁS DE LO SOLICITADO POR EL COMPRADOR	INSTALAR BALANZAS DE PRESICION PARA DOSIFICAR AGREGADOS. BALANZA ACTUAL +- 1 Kg.	ECONÓMICAS
LAVADO DE VEHÍCULOS Y EQUIPOS	A VECES PERMANECEN ABIERTAS LAS LLAVES DE AGUA Y EN TANQUE DE RECOLECCIÓN NO CIERRAN LLAVES PARA AGUA DE RECICLAJE.	CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LIMPIEZA. COLOCAR DISPOSITIVO MANUAL PARA SALIDA DE AGUA	HÁBITOS DE TRABAJO

Tabla 16.- Evaluación de los datos – Continuación

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
LAVADO DE PISOS	LLAVE DE AGUA PERMANECE ABIERTA DURANTE LARGOS PERÍODOS DE TIEMPO	REVISAR SISTEMA DE ALMACENAMIENTO. COMPRAR LLAVE MANUAL	CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LIMPIEZA
ÁREA DE DESECHOS SÓLIDOS	LOS DESECHOS PUEDEN SER UTILIZADOS COMO RECICLAJE EXTERNO. SON DONADOS ACTUALMENTE	BUSCAR EMPRESAS QUE NECESITEN COMO MATERIA PRIMA LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE HORMIGÓN	EMPRESA QUE NECESITE HORMIGÓN COMO MATERIA PRIMA
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	AGUA ALCALINA AL FINAL DEL PRE TRATAMIENTO ES EVACUADA AL CUERPO DE AGUA DULCE.	TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO PARA BAJAR pH. TRATAMIENTO PRIMARIO.	REVISIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	ALCANTARILLA QUE DESCARGA AGUAS GRISES ATRAVIEZA TODO EL PREDIO CONTAMINANDO EL EFLUENTE FINAL	REVISIÓN DE ALCANTARILLA QUE ATRAVIEZA EL PREDIO AGUAS NEGRAS SE MEZCLAN EN LAS PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN	AUTORIDADES DE INTERAGUA NO HAN SELLADO ALCANTARILLA.



## 7.9 INDICADORES Y PLAN DE MONITOREO

Los indicadores ambientales son elementos comparativos de evaluación y presentan de una forma resumida información referente a consumos de agua, materia prima, energía, insumos y auxiliares al mismo tiempo que informa sobre generación de residuos sólidos, efluentes, etc.

Los indicadores seleccionados para los estudios de casos son los siguientes:

- Consumo de agua potable por producto
- Generación de residuos sólidos
- Generación de efluentes
- Costos asociados a residuos sólidos
- Consumo de energía por producto.

Los indicadores son absolutos o relativos, una vez definido el tipo de indicador y seleccionado el estudio de caso se procede a realizar las mediciones para conocer la situación de las etapas antes de la implementación de P+L y plantear una expectativa luego de la implementación del programa.

Se elabora una ficha para cada indicador en la cual se presenta una breve descripción y objetivo del indicador ambiental, los cambios que se realizan para mejorar, clasificación y desarrollo de la base de datos, determinación de los recursos necesarios y los factores de conversión, definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos, finalmente se designa a la persona responsable de la evaluación de los parámetros.

#### **7.10 Selección de los Proyectos**

A partir de las investigaciones realizadas, del análisis de oportunidades y los problemas detectados anteriormente con ayuda de los indicadores y la elaboración del plan de monitoreo, se dispone de elementos que permiten seleccionar los estudios de casos a ser implementados y evaluados.

Mediante un análisis técnico económico ambiental realizado a cada una de las diez etapas del proceso productivo del Hormigón 210 explicado en el capítulo anterior, se han seleccionado tres estudios de casos, los cuales están orientados hacia una reducción del consumo de agua potable, minimización de contaminación ambiental mediante reciclaje de aguas residuales y tratamiento de las mismas, además de un reciclaje externo de desechos sólidos de hormigón.

**Caso 1 y Caso 2:** La empresa se encuentra ubicada en un área en la que se dispone de agua potable. El consumo mensual promedio de agua, es utilizado en el proceso productivo, riego de áreas verdes, consumo doméstico: baterías sanitarias, duchas, comedor.

Aproximadamente el 42.98% del agua adquirida mensualmente es utilizada en el proceso productivo, el 57.02% restante se lo utiliza en servicios varios: lavado de equipos, servicios higiénicos, lavamanos, riego de áreas verdes.

Este consumo excesivo de agua se puede evitar mediante buenas prácticas operacionales, una instalación de llaves de control manual y una planta de tratamiento de aguas residuales para reutilizar las aguas tratadas.

**Caso 3:** La mayor cantidad de desechos sólidos que se generan en la Planta Mirador Norte se presentan durante la etapa de lavado de los mixers, son básicamente residuos sólidos de hormigón. La selección del caso 3 propone un reciclaje externo de los mismos.



Tabla 17.- SELECCIÓN DE PROYECTOS

ESTUDIO DE CASO	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE ELECCIÓN
1	Reducción del consumo de agua potable para lavado de mixers.	Reducción del consumo del recurso agua. Beneficios económicos para la empresa.
2	Descarga final de aguas residuales con pH alcalino al cuerpo de agua dulce	Ahorro del recurso agua y disminución de contaminación de flora y fauna cercana.
3	Reciclaje Externo de Desechos Sólidos de Hormigón	Seguridad en la disposición final de los mismos e ingresos económicos por recurso no aprovechado.

### 7.10.1 ESTUDIO DE CASO No. 1

#### Descripción de la situación anterior al estudio de caso

Existe un consumo elevado de agua potable en las instalaciones de la empresa, siendo el mayor consumo de agua reportado para actividades relacionadas indirectamente con la elaboración del hormigón.

Las etapas donde se genera el mayor consumo de agua potable es en el lavado de los mixers. Este lavado no se realiza con agua de las piscinas de sedimentación puesto que con el paso del tiempo a los vehículos se adhiere una película de carbonato que mancha la pintura de los mismos. En la Tabla 17 se incluye la valoración del impacto.

**Tabla 18.- INDICADOR AMBIENTAL CASO 1**

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de agua por día	22.12	m <sup>3</sup> /día	19.95	m <sup>3</sup> /día



Tabla 19.- FICHA DE INDICADOR AMBIENTAL No. 1

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b> No 1:	m <sup>3</sup> de agua consumida para producción vs. m <sup>3</sup> de agua en planilla de consumo mensual	
<b>Descripción y objetivo del indicador ambiental</b>		
<p>Indicador de tipo relativo medido en m<sup>3</sup>/día, está en función de la producción diaria de hormigón.</p> <p>El indicador es tomado en cuenta en el área de lavado de mixers, cargadora y tambor mezclador, que es el área donde se genera el mayor consumo de agua.</p>		
<b>Cambios realizados para mejorar el índice del indicador</b>		
<p>Las acciones a tomarse para mejorar este indicador son la aplicación de los procedimientos establecidos para lavado de los equipos, mejoramiento de señalización con carteles que promuevan ahorro de agua, instalación de llaves manuales para minimizar consumo de agua innecesario.</p>		
<b>Clasificación y desarrollo de la base de datos</b>		
<p>En la Planta Mirador Norte se tiene en cuenta datos estadísticos de consumo de agua para producción, este registro se lleva mensualmente por medio del programa de Hormigones utilizado para la elaboración del mismo, el encargado de llevar las estadísticas es el personal administrativo de la Planta. Paralelamente se tomaron datos de consumo mensual de agua de las planillas de INTERAGUA.</p>		
<b>Determinación de los recursos necesarios</b>		
<p>En la medición de la cantidad de agua utilizada para el proceso productivo la empresa cuenta con un Software denominado Hormigones, el cual registra electrónicamente la cantidad de agua utilizada en el proceso productivo, este dato puede ser obtenido por batch, por día, por mes o anual.</p>		
<b>Determinación de los factores de conversión</b>		
<p>Las mediciones obtenidas en el consumo de agua para producción (galones) como en el consumo final de las planillas mensuales facturadas por INTERAGUA son expresadas para efectos de cálculo en m<sup>3</sup>.</p>		
<b>Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos</b>		
<p>La recopilación de los datos en este caso automatizado es constante, en cuanto al programa de producción se refiere. Se puede considerar en la etapa de lavado de mixers la frecuencia de toma de datos una vez por semana durante el día de jornada para llevar un registro del consumo de agua para esta etapa. Si hay una mayor producción en determinados días se recomienda llevar un registro en esos días en especial.</p>		
<p>El parámetro que se debe considerar es la cantidad de agua utilizada para lavado de mixers por unidad.</p>		
<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Periodo de la evaluación</b>
Cantidad de agua utilizada para lavado de mixer	1 vez por semana	Jornada diaria de producción tomando en cuenta días de mayor producción.

### **Descripción del estudio de caso y alternativas de mejoramiento**

La alternativa de mejoramiento propuesta es la colocación de unas llaves de presión en las mangueras. La aplicación de oportunidad de producción más limpia se da específicamente en la etapa de lavado de equipos y mixers.

Con la implementación de llaves manuales se ahorraría en mayor cantidad el consumo de agua potable. El ahorro estimado sería del 10 % del consumo actual de la planilla de agua potable.

Para la implantación de este plan de mejora se requiere:

- Solicitud de compra y compra de llaves de presión.
- Instalación
- Capacitación al personal

### **Plan de Monitoreo**

Los parámetros a ser evaluados: m<sup>3</sup> de agua potable consumida en planilla mensual de INTERAGUA

La periodicidad: mensual

La frecuencia: semanal

El punto preciso de las mediciones: cercano a las llaves de paso de agua

### Aspecto Económico de la Solución

El estudio de caso 1 está dirigido a disminuir los costos en el consumo de agua; a través de un correcto uso del recurso.

La Tabla 20 muestra los valores antes y después de aplicación de los procedimientos de P+L para el primer caso de estudio.

**Tabla 20.- ASPECTOS ECONOMICOS CASO 1**

<b>Costo del Cambio</b>	
Implementación de llaves de presión	\$ 80
<b>Total</b>	<b>\$ 80</b>
<b>Costo operacional antes de la P+L</b>	
Consumo promedio mensual de agua potable dentro de la empresa	\$ 385.10
<b>Total</b>	<b>\$ 385.10</b>
<b>Costo operacional después de la P+L</b>	
Consumo promedio mensual de agua potable dentro de la empresa	\$ 346.49
<b>Total</b>	<b>\$ 346.49</b>
<b>Beneficio económico</b>	
Reducción en pago de consumos de planillas mensuales de agua	\$ 38.50
Reducción anual en pago de consumo de planillas de agua	\$462.00
<b>Total</b>	<b>\$ 462.00</b>
Tiempo estimado del retorno de la inversión	3 meses

## 7.10.2 ESTUDIO DE CASO No. 2

### **Descripción de la situación anterior al estudio de caso**

Se observan sistemas diferenciados para los tipos de aguas en las Instalaciones de la Planta Mirador Norte. Sistema de aguas lluvias, aguas servidas, aguas de riego y aguas de procesos.

Los canales que transportan las aguas lluvias se han separado de los que conducen aguas de proceso, procurando aislar el área de trabajo de las aguas de proceso de las demás áreas con la finalidad de evitar que estos diferentes tipos de agua se mezclen.

El agua de proceso es el agua que resulta del lavado de Mixers, Cargadora, y lavado del Tambor Mezclador de la Planta.

Actualmente existe un pretratamiento para las Aguas de Proceso que consiste en canales sedimentadores de hormigón que conducen el agua hacia dos piscinas de sedimentación (con capacidad de 23 m<sup>3</sup>) donde se separan los sólidos presentes en el agua. El agua decantada de las piscinas es recolectada en dos cisternas (con capacidad de 10 m<sup>3</sup>) para

luego ser utilizada en el patio de maniobras y, el agua que no es aprovechada en esta actividad es descargada al cuerpo de agua dulce.

De datos proporcionados por controles de análisis de aguas residuales en la planta de pre tratamiento cada tres meses se observa como resultado un agua residual con pH elevado de 12 (agua alcalina), excesivo si se toma en cuenta que la normativa ambiental solo permite valores que fluctúan entre 6 a 9 de pH, por lo tanto se tiene un efluente de carácter alcalino que se descarga constantemente al estero.

El sistema de pre-tratamiento por sedimentación no es suficiente para la descarga final de las aguas residuales pues se tiene al final agua alcalina, se necesita por lo tanto un tratamiento primario por determinar.

Previo al sistema de tratamiento se recomienda un análisis químico completo de aguas de descarga para conocer los elementos presentes en la misma. En la Tabla 21 se incluye la valoración del impacto.

**Tabla 21.- INDICADOR AMBIENTAL CASO 2**

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Generación de efluentes por día	22.12	m <sup>3</sup> /día	15.62	m <sup>3</sup> /día

Tabla 22.- FICHA DE INDICADOR AMBIENTAL No. 2

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES		
<b>NOMBRE DEL INDICADOR No 2:</b>	Descarga final de aguas residuales alcalinas (pH alto) al cuerpo de agua dulce causando contaminación a la flora y fauna del sector.	
<b>Descripción y objetivo del indicador ambiental</b>		
Indicador de tipo absoluto, pH es adimensional. Este indicador es tomado en cuenta en el área de la planta de pretratamiento de aguas residuales.		
<b>Cambios realizados para mejorar el índice del indicador</b>		
Se necesita un estudio de factibilidad para la instalación de un Tratamiento Primario de Aguas Residuales Alcalinas. Después de este tratamiento de aguas residuales se puede reutilizar el agua para incorporarla en el proceso productivo y así minimizar el consumo mensual de agua potable.		
<b>Clasificación y desarrollo de la base de datos</b>		
Trimestralmente se presenta un reporte actualizado a la Dirección de Medio Ambiente del Municipio de Guayaquil el análisis de aguas residuales, los datos que se conocen actualmente son de análisis realizados en junio de 2005 donde los parámetros indican que el pH se encuentra con un valor de 12 alto para considerarse en la descarga final del mismo.		
<b>Determinación de los recursos necesarios</b>		
El servicio de análisis de aguas residuales es terciarizado y se lo contrata cada tres meses para llevar un control de las mismas.		
<b>Determinación de los factores de conversión</b>		
El pH es adimensional. Es un símbolo que expresa el logaritmo cambiado de signo de la concentración de iones $H^+$ de una solución. Varía de 1 a 14; una solución es neutra cuando su pH es igual a 7, ácida cuando su pH está comprendido entre 1 y 7; y alcalina entre 7 y 14.		
<b>Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos</b>		
La frecuencia de medición recomendada se la dará después de conocer los datos del informe del estudio de factibilidad para un tratamiento primario de aguas residuales alcalinas. Los resultados obtenidos de este estudio son; pruebas de tratabilidad, muestreo, tratamiento a utilizar.		
<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Periodo de la evaluación</b>
Medición de pH en las aguas residuales	A determinar	A determinar

### Descripción del estudio de caso y alternativas de mejoramiento

La oportunidad de mejoramiento en este caso se encuentra en un periodo de evaluación pues se necesita para realizar un estudio de factibilidad para implementar un tratamiento primario para las aguas residuales alcalinas, las pruebas a realizar son tratabilidad del agua, muestreo, recomendaciones y tratamiento a utilizar.

La etapa del proceso donde se propone el cambio es en el punto 6 del flujograma simplificado de la planta de tratamiento de efluentes del proceso.

Se espera que con la implementación de un tratamiento primario se pueda eliminar el consumo de agua en un 30 % del volumen total actual, el costo del estudio de factibilidad de un tratamiento primario de aguas residuales aproximadamente tiene un valor de \$ 800 mas los costos que se generen por instalación de los equipos necesarios e insumos que serían alrededor de \$1000. Se puede estimar de manera rápida un retorno de la inversión en aproximadamente 5 a 6 meses, retorno que puede ser menor dependiendo de los resultados del estudio.

Los pasos a seguir son:

1. Análisis Físico - Químico Completo del Efluente Final.

2. Tratamiento primario de aguas residuales.
3. Reciclaje de aguas residuales tratadas para incorporarlas al proceso productivo.

#### **Plan de monitoreo**

Los parámetros a ser evaluados: pH

La periodicidad: por determinar

La frecuencia: por determinar

El punto preciso de las mediciones: cisternas en el punto final de descarga de aguas.

#### **Aspecto Económico de la Solución**

El estudio de caso 2 está dirigido a reducir el consumo de agua; a través de un reciclaje y reutilización, al mismo tiempo cumplir con la normativa respectiva.

La Tabla 23 muestra los valores antes y después de aplicación de los procedimientos de P+L para el primer caso de estudio.



Tabla 23.- ASPECTOS ECONOMICOS CASO 2

<b>Costo Estimado del Cambio</b>	
Implementación de estudio de factibilidad para tratamiento de aguas residuales	\$ 800
Posible costo de instalación de equipos	\$ 1000
<b>Total</b>	<b>\$ 1800</b>
<b>Costo operacional antes de la P+L</b>	
Consumo promedio mensual de agua potable dentro de la empresa	\$ 385.10
<b>Total</b>	<b>\$ 385.10</b>
<b>Costo operacional después de la P+L</b>	
Consumo promedio mensual de agua potable dentro de la empresa	\$ 269.57
<b>Total</b>	<b>\$ 269.57</b>
<b>Beneficio económico</b>	
Reducción en pago de consumos de planillas mensuales de agua	\$ 115.53
<b>Total</b>	<b>\$ 115.53</b>

### 7.10.3 ESTUDIO DE CASO No. 3

#### Descripción de la situación anterior al estudio de caso

En la Planta Mirador norte los desechos sólidos de hormigón son donados para relleno de solares vacíos, las volquetas que ingresan a la Planta se regresan con los desechos sólidos cuando hay cantidad suficiente para transportar en cada viaje. Si bien es cierto que hay una buena disposición de los desechos, se podría recuperar algún valor económico por los mismos mediante un reciclaje externo y comercialización del mismo vendiendo este material que puede servir como materia prima para alguna otra industria.

La implementación de este caso se da en el punto de generación de desechos sólidos de hormigón cuando el mixer regresa a planta y es lavado para un nuevo despacho. En la Tabla 24 se incluye la valoración del impacto.

Tabla 24.- INDICADOR AMBIENTAL CASO 3

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Generación de residuos sólidos por producto	4.8	kg/día	4.8	kg/día

Tabla 25.- FICHA DE INDICADOR AMBIENTAL No. 3

NOMBRE DEL INDICADOR No 3:	Desechos Sólidos de Hormigón que actualmente son donados, se puede aplicar reciclaje externo para obtener nuevos ingresos para la empresa.	
Descripción y objetivo del indicador ambiental		
<p>El indicador es de tipo absoluto medido en <math>m^3</math>, el registro se lleva mensualmente.</p> <p>Este indicador fue tomado en cuenta en el área de disposición de desechos sólidos de hormigón, las mediciones son periódicas, cada vez que sale un camión este es pesado para conocer la cantidad de desechos sólidos que salen de la planta, como donación.</p>		
Cambios realizados para mejorar el índice del indicador		
<p>Las características del hormigón en si producen al final del proceso una generación de desechos sólidos que es inevitable, estas cantidades pueden ser menores y los cambios necesarios para minimizar estos desechos son de carácter tecnológico que en la actualidad se encuentran en estudio por parte de los técnicos de la empresa.</p> <p>Tomando en cuenta las características del hormigón y la cantidad de desechos que se generan mensualmente hasta conseguir una solución para minimizar los mismos, se propone un reciclaje externo para obtener nuevos ingresos económicos a la empresa que hasta el momento dona sus residuos sólidos para relleno.</p>		
Clasificación y desarrollo de la base de datos		
<p>El registro de los desechos sólidos de hormigón se los lleva periódicamente, los señores que transportan los agregados a la Planta al salir llevan los desechos sólidos de hormigón los mismos que son pesados en la balanza electrónica para tener conocimiento de la cantidad que se genera mensualmente.</p> <p>Adicionalmente se lleva un control por peso de cada mixer antes de la salida de los mixers a obra, para llevar un control exacto de <math>m^3</math> de hormigón despachado desde planta.</p>		
Determinación de los recursos necesarios		
Para determinar este indicador la Planta cuenta con una Balanza Electrónica calibrada específicamente para este fin.		
Determinación de los factores de conversión		
Los desechos sólidos de hormigón son medidos en $m^3$		
Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos		
<p>Los datos son tomados de acuerdo a la programación de entregas de agregados en Planta y a la cantidad de desecho sólido de hormigón que se encuentra en la Planta.</p> <p>Se recomienda llevar un control de peso de cada mixer que ingresa a planta después de un despacho en obra para tener conocimiento de la cantidad de desecho sólido que reingresa a planta. Desecho que se produce en ocasiones por mal cubicaje en obra.</p>		
Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
Cantidad de hormigón a la salida de planta.	1 vez a la semana	Jornada diaria de producción

### **Descripción del estudio de caso y alternativas de mejoramiento**

La alternativa de mejoramiento es reciclaje externo, comercialización de residuos sólidos de hormigón.

Se puede recomendar la fabricación de bloques a partir de material reciclado de hormigón.

### **Definición del Plan de Monitoreo**

Parámetros a ser evaluados: cantidad de desecho sólido de hormigón diario

La periodicidad: cantidad diaria de residuos sólidos

La frecuencia: una vez por semana

El punto preciso de las mediciones: balanza electrónica

Los nuevos parámetros a ser monitoreados son a la salida de mixer a obra para conocer cantidad de salida de hormigón y peso de entrada de mixer a planta después de despacho de hormigón para conocer que cantidad de hormigón regresa como desecho sólido.

## Aspecto Económico de la Solución

El estudio de caso 3 está dirigido a realizar reciclaje externo con el fin de obtener nuevos ingresos para la empresa.

La Tabla 26 muestra los valores antes y después de aplicación de los procedimientos de P+L para el primer caso de estudio.

**Tabla 26.- ASPECTOS ECONOMICOS CASO 3**

<b>Costo del Cambio</b>	
Reciclaje externo mensual de desechos sólidos de hormigón	\$ 0.00
Total	\$ 0.00
<b>Costo operacional antes de la P+L</b>	
Reciclaje externo mensual de desechos sólidos de hormigón. Relleno en terreno vacío	\$ 0.00
Total	\$ 0.00
<b>Costo operacional después de la P+L</b>	
Reciclaje externo mensual de desechos sólidos de hormigón. Venta de desechos como materia prima	\$ 152.66
Total	\$ 152.66
<b>Beneficio económico</b>	
Ingresos considerados al vender estos residuos sólidos	\$ 152.66
Total	\$ 152.66

- A continuación se presentan las tablas resumen con los beneficios económicos y ambientales para cada caso propuesto.

**Tabla 27. Selección de proyectos que serán implantados**

Estudio de Caso	Nombre del Estudio	Motivo de la Elección
1	Reducción del consumo de agua potable para lavado de mixers.	Reducción del consumo del recurso agua. Beneficios económicos para la empresa.
2	Descarga final de aguas residuales con pH alcalino al cuerpo de agua dulce	Ahorro del recurso agua y disminución de contaminación de flora y fauna cercana.
3	Reciclaje Externo de Desechos Sólidos de Hormigón	Seguridad en la disposición final de los mismos e ingresos económicos por recurso no aprovechado.

**Tabla 28. Beneficios e inversiones**

Estudio de Caso	Inversión (US\$)	Recuperación de la Inversión	Beneficios económicos (US\$)	Beneficios ambientales
1	80,00	inmediata	10% ahorro consumo de agua	Ahorro del recurso agua
2	1.800,00	6 meses	Ahorro 30%	Ahorro recurso agua
3	0,00	inmediata	10% de valor materia prima	Disposición final de desechos sólidos
Total	1.880,00	6 meses		

**Tabla 29. Beneficios ambientales**

Beneficios ambientales	Valores	Unidad
1. Minimización en el consumo del agua	10%	m <sup>3</sup> /año
2. Minimización en la generación de efluentes	30%	m <sup>3</sup> /año
3. Reciclado externo	100%	m <sup>3</sup> /año

## CAPITULO 8

### 8. CONCLUSIONES

- Producción más Limpia es una estrategia ambiental empresarial que permite a las industrias ser más rentables a través del ahorro de materia prima y recursos naturales.
- Mediante la aplicación de programas de Producción más Limpia se puede reducir la contaminación desde la fuente de los procesos.
- A través del reciclaje externo (comercialización de desechos sólidos de hormigón como materia prima para otra industria), permite a la empresa reducir un gran problema ambiental como es la disposición final de estos residuos sólidos, al mismo tiempo que permite generar nuevos ingresos por recursos no aprovechados.

### Caso 1

La implementación de este caso de estudio permitirá a la planta reducir el consumo de agua potable en un 10% durante la etapa de lavado de equipos, vehículos y mixers.

Al llevar a cabo este caso de estudio Holcim Hormigones Planta Mirador Norte logra un ahorro de 462.00 USD anuales.

### Caso 2

Este caso de estudio permitirá a la planta reducir el consumo de agua en un 30 % del consumo actual, mediante el reciclaje interno y la reutilización de este recurso.

Además de lograr un beneficio ambiental por la reducción de los efluentes al no verter aguas con pH elevados al cuerpo de agua dulce que perjudican la vida de flora y fauna en el estero.

La aplicación futura de esta oportunidad de mejoramiento y control de la evaluación permitirá obtener unos ahorros anuales superiores a \$1,386 aproximadamente.



### Caso de estudio 3

Mediante el reciclaje externo se realizaría la venta de los desechos sólidos de la fabricación del hormigón a empresas que utilicen este material como materia prima para elaborar otros productos, al mismo tiempo que se reduce la cantidad de material no biodegradable que genera la empresa.

La aplicación futura de este plan de control y evaluación permitirá tener un ingreso anual aproximado de \$ 1831.92.



## CAPITULO 9

### 9. RECOMENDACIONES

- Conocer con claridad los tipos y cantidades de materia prima utilizados en el proceso productivo, solicitar al proveedor hojas técnicas de cada producto para garantizar la calidad de los mismos.
- Crear una base de datos con nuevos indicadores en relación al consumo de agua no asociado al proceso productivo.
- Crear una base de datos con indicador de desechos sólidos producidos por jornada de producción.
- Capacitar continuamente al personal que labora en Planta para mejorar las operaciones y después realizar cambios tecnológicos.

- Priorizar las necesidades de la empresa tomando en cuenta la viabilidad técnica económica y ambiental de la Empresa.
- Aplicar las recomendaciones obtenidas en el Programa de Producción más Limpia en la Planta Mirador Norte.



## CAPITULO 10

### 10. BIBLIOGRAFIA

1. Diario El Comercio, 20 de junio de 2005. Sección B Negocios Pág. 1. Estudio 2do año consecutivo Price Waterhouse Coopers Ag. y Lideres con el respaldo de la Superintendencia de Compañías.
2. Internet. Página Web [http//.www.holcim.com.ec](http://www.holcim.com.ec)
3. Manual del Ingeniero Químico (Robert H. Perry).
4. Manual del Consultor de Producción más Limpia. Pre-evaluacion y Diagnostico. 2004
5. Manual del Consultor de Producción más Limpia. Balance de Materiales. 2004
6. Manual del Consultor de Producción más Limpia. Proyectos de Producción más Limpia. 2004
7. Texto Unificado de Legislación Ambiental, actualizado en Abril de 2004.

## FOTOGRAFICO

FOTO No. 1 RECEPCION DE  
MATERIAS PRIMAS ORGANA  
ELECTRONICA

## ANEXOS

FOTO No. 2 RECEPCION DE  
MATERIAS PRIMAS ORGANA  
ELECTRONICA

FOTO No. 3 RECEPCION DE  
MATERIAS PRIMAS ORGANA  
ELECTRONICA

## ANEXO FOTOGRAFICO



FOTO No. 1.- RECEPCION DE  
MATERIAS PRIMAS. BALANZA  
ELECTRÓNICA

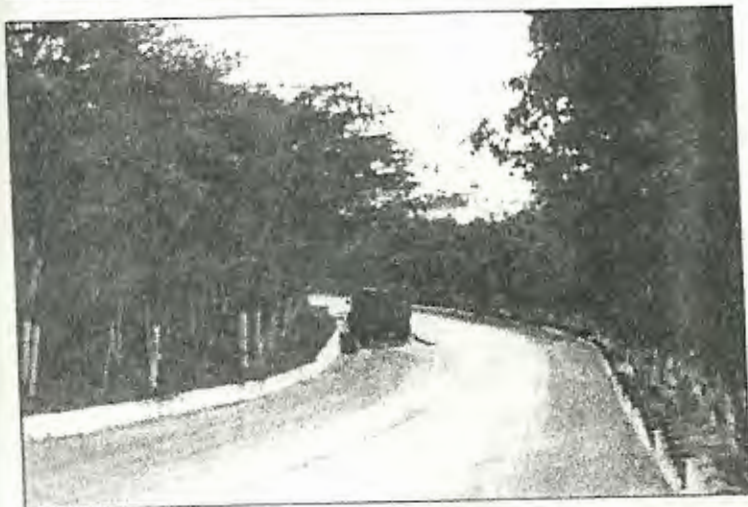


FOTO No. 2.- RECEPCION DE  
MATERIAS PRIMAS. MATERIA  
PRIMA PESADA

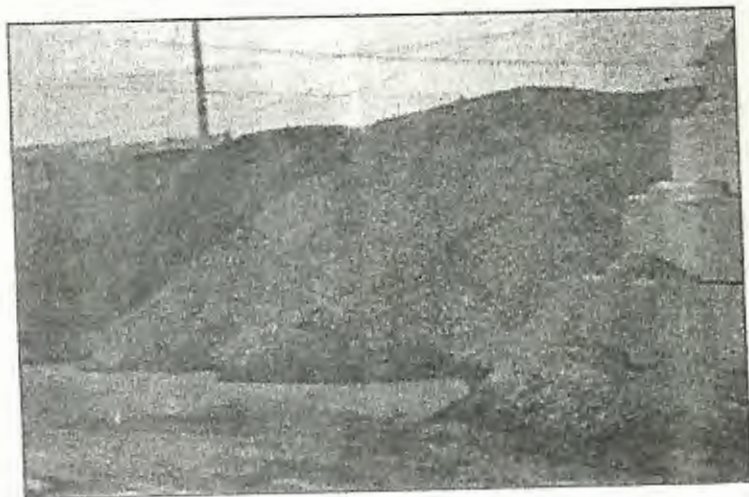


FOTO No. 3.-  
ALMACENAMIENTO. STOCK  
PRINCIPAL DE MATERIA  
PRIMA GRUESA

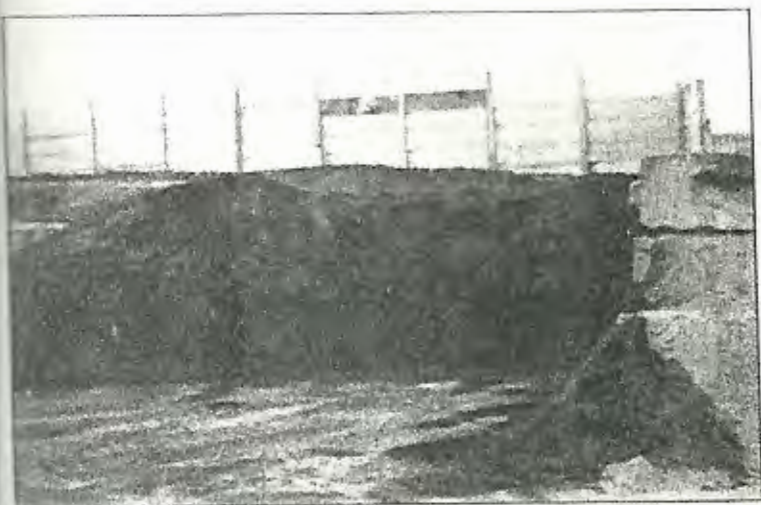


FOTO No. 4.-  
ALMACENAMIENTO. STOCK  
PRINCIPAL DE MATERIA  
PRIMA FINA



FOTO No. 5.-  
ALIMENTACION TOLVA DE  
AGREGADOS. TOLVA DE  
RECEPCION

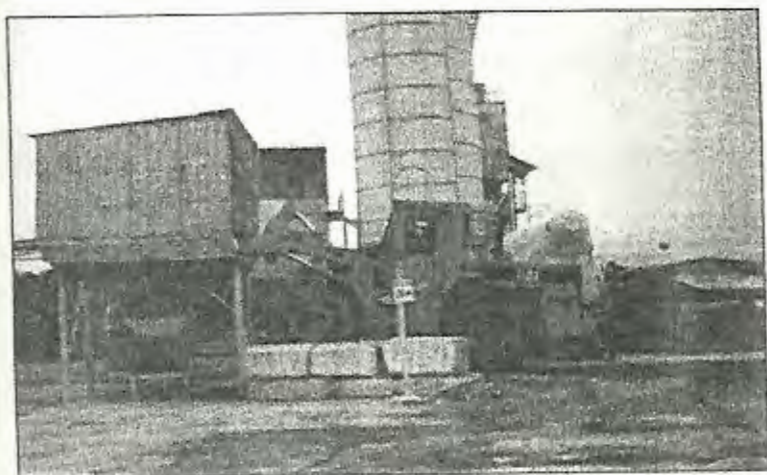


FOTO No. 6.- CARGADORA  
ALIMENTANDO TOLVA DE  
AGREGADOS



FOTO No. 7.- BANDA  
TRANSPORTADORA Y  
TOLVA DE DOSIFICACION

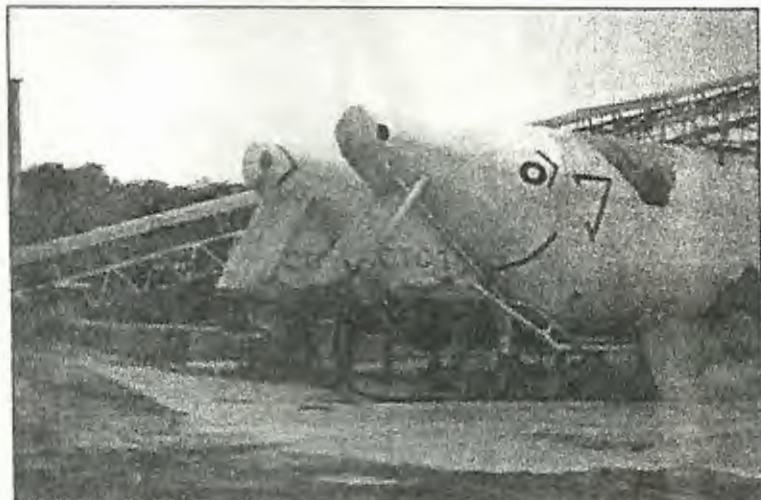


FOTO No. 8.- RECEPCION  
DE CEMENTO. SILOS  
HORIZONTALES DE  
ALMACENAMIENTO.

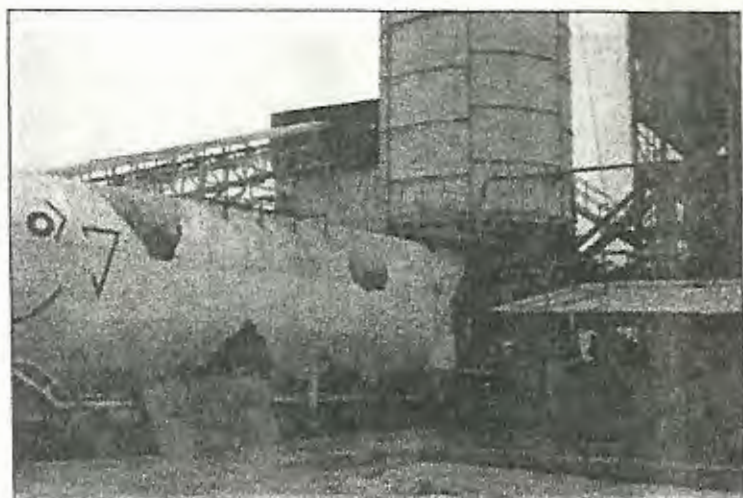


FOTO No. 9 RECEPCION DE  
CEMENTO. SILO VERTICAL  
DE ALMACENAMIENTO



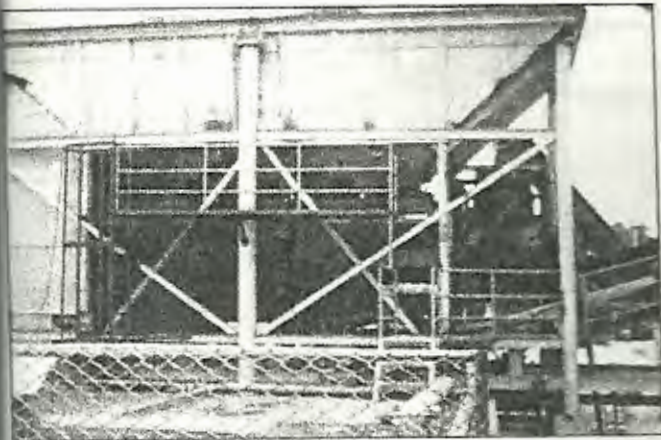


FOTO No. 10 DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS. TOLVA DOSIFICADORA CON COMPARTIMENTOS Y BALANZA



FOTO No. 11 ALIMENTACION DE CEMENTO Y DOSIFICACION. SILOS DE ALIMENTACION Y CONSUMO

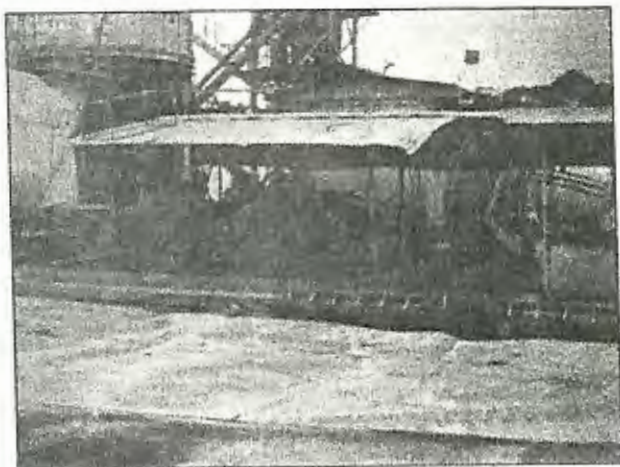


FOTO No. 12 DOSIFICACION DE ADITIVOS

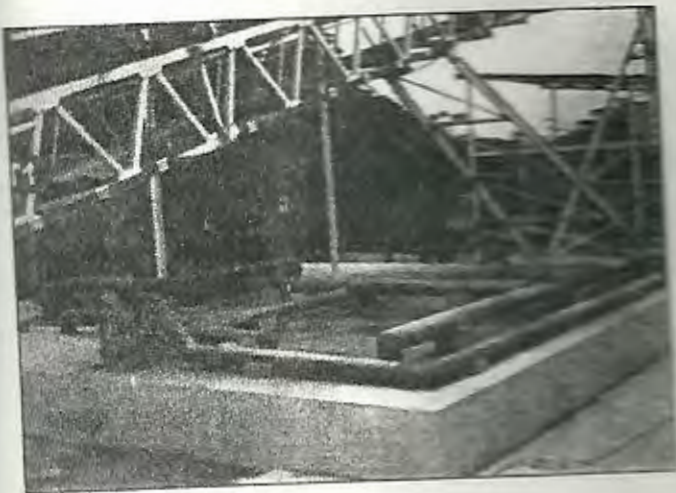


FOTO No. 13 TRATAMIENTO Y  
DOSIFICACION DE AGUA



FOTO No. 14 ELABORACION DE HORMIGÓN.  
TAMBOR MEZCLADOR



FOTO No. 15 CARGADO DE MIXERS