



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE MANUALES DE CONTROL DE CALIDAD DE LABORATORIO  
EN EMPRESA FABRICANTE DE BLOQUES DE CONCRETO Y MATERIAL  
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

**Jorge Mario García Chinchilla**

Asesorado por: Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

Guatemala, febrero de 2007



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE MANUALES DE CONTROL DE CALIDAD DE LABORATORIO  
EN EMPRESA FABRICANTE DE BLOQUES DE CONCRETO Y MATERIAL  
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE MARIO GARCÍA CHINCHILLA**

ASESORADO POR: INGA. MARÍA DEL ROSARIO  
COLMENARES DE GUZMÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga.	Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br.	Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing.	Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga.	Miriam Patricia Rubio de Aku
EXAMINADOR	Ing.	Roberto Valle González
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivonne Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE MANUALES DE CONTROL DE CALIDAD DE LABORATORIO EN EMPRESA FABRICANTE DE BLOQUES DE CONCRETO Y MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en noviembre de 2005.

**Jorge Mario García Chinchilla**



## **AGRADECIMIENTOS A**

<b>DIOS</b>	Por concederme la vida y la oportunidad de culminar mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Por el apoyo, consejos, esfuerzo, paciencia, dedicación y amor, que me han brindado; mil gracias.
<b>Mi familia</b>	Por el apoyo incondicional y consejos en todo momento.
<b>Mi asesor</b>	Por el apoyo, paciencia y amistad brindada.
<b>Mi revisor</b>	Por su amistad, apoyo y consejos.
<b>Mis amigos</b>	Por la ayuda, consejos y amistad brindada hacia mí.



## DEDICATORIA A

<b>Mis padres</b>	Maria Dolores Chinchilla de García Ángel Libni García López
<b>Mis hermanos</b>	Ángel Gabriel García Chinchilla Juan José García Chinchilla
<b>Mi tío</b>	Gustavo Adolfo Chinchilla Juárez
<b>Mi abuela</b>	Herlinda Juárez de Chinchilla ( † )
<b>Mis amigos</b>	
<b>Mis tíos</b>	
<b>Mis abuelos</b>	
<b>Mis primos</b>	
<b>Mi familia</b>	



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>XI</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XXV</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>XXVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XXIX</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Caliza .....	1
1.2 Dolomita.....	6
1.3 Block de concreto.....	8
1.3.1 Características del block.....	9
1.3.2 Diseño.....	10
1.4 Reseña histórica de la empresa La Roca, S.A.....	12
1.5 Organización de la empresa .....	13
1.6 Misión.....	14
1.7 Visión .....	14
1.8 Normas ASTM.....	15
1.8.1 ¿Qué es ASTM internacional?.....	15
1.8.2 ¿Qué es una norma?.....	15
1.8.3 ¿Cómo y dónde se usan las normas ASTM? .....	16
1.9 Normas COGUANOR .....	16
1.9.1 Antecedentes normas COGUANOR.....	17
1.9.2 Creación de COGUANOR .....	18
1.10 Toma de muestras .....	20

<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>21</b>
2.1	Necesidades de la empresa hacia el manejo del control de calidad .....	21
2.2	Generalidades y motivos por los cuales se manejan los manuales de control de calidad. ....	23
2.3	Bases, formas y formularios de control con los que cuenta el laboratorio de control de la empresa .....	24
2.4	Medidas de seguridad establecidas para el control de calidad .....	25
2.4.1	Casco de seguridad .....	26
2.4.2	Faja para la espalda.....	28
2.4.3	Guantes de seguridad .....	29
2.4.4	Botas o calzado de seguridad .....	30
2.4.5	Gafas de protección ocular.....	31
2.4.6	Protección auditiva .....	32
2.5	Productos que proporciona la empresa .....	33
2.5.1	Pavimentadores .....	33
2.5.2	Rustiblock.....	35
2.5.3	Block.....	37
2.6	Diagramas de operaciones de los procesos que se realizan en la empresa.....	40
2.6.1	Definiciones.....	40
2.6.1.1	Diagrama de operaciones de proceso .....	41
2.6.1.2	Diagrama de flujo de operaciones de proceso .....	41
2.6.1.3	Operación .....	41
2.6.1.4	Inspección.....	42
2.6.1.5	Transporte.....	42
2.6.1.6	Demora .....	42

	2.6.1.7 Almacenamiento.....	42
2.6.2	Diagramas de proceso producción de agregados .....	43
2.6.3	Área venta .....	46
2.6.4	Área bloquera .....	49
2.7	Funciones del personal .....	53
2.7.1	Personal de laboratorio.....	53
	2.7.1.1 Análisis de materia prima .....	53
	2.7.1.2 Análisis de producto terminado .....	54
	2.7.1.3 Control y observación de calidad de producción.....	55
	2.7.1.4 Orden, limpieza y seguridad.....	57
2.7.2	Operadores de planta .....	58
	2.7.2.1 Mantenimiento.....	58
	2.7.2.2 Orden, limpieza y seguridad.....	60
	2.7.2.3 Reportes de producción .....	60
	2.7.2.4 Manejo de personal.....	61
	2.7.2.5 Solicitud de repuestos .....	61
2.7.3	Controlador lado húmedo .....	61
	2.7.3.1 Control de calidad .....	61
	2.7.3.2 Orden, limpieza y seguridad.....	62
	2.7.3.3 Apoyo .....	62
2.7.4	Controlador de lado seco.....	62
	2.7.4.1 Control de calidad .....	63
	2.7.4.2 Orden, limpieza y seguridad.....	63
	2.7.4.3 Apoyo .....	64
2.7.5	Colocador de tarimas.....	64
	2.7.5.1 Control de calidad .....	64
	2.7.5.2 Orden, limpieza y seguridad.....	65
	2.7.5.3 Apoyo .....	65

2.7.6	Encargado de silos.....	65
2.7.6.1	Control .....	65
2.7.6.2	Orden, limpieza y seguridad .....	66
2.7.6.3	Apoyo.....	66
<b>3.</b>	<b>MANUALES DE CONTROL.....</b>	<b>67</b>
3.1	Ensayo humedad.....	67
3.1.1	Introducción.....	67
3.1.2	Objetivos .....	68
3.1.2.1	General .....	68
3.1.2.2	Específicos.....	68
3.1.3	Material y equipos .....	68
3.1.4	Base teórica .....	69
3.1.5	Procedimiento .....	71
3.1.6	Datos y resultados.....	72
3.1.6.1	En el agregado fino .....	72
3.1.6.2	En el agregado grueso.....	73
3.2	Ensayo densidad y absorción .....	73
3.2.1	Introducción.....	74
3.2.2	Objetivos .....	74
3.2.2.1	General .....	74
3.2.2.2	Específicos.....	74
3.2.3	Material y equipos .....	75
3.2.3.1	Para el agregado grueso.....	75
3.2.3.2	Para el agregado fino.....	75
3.2.4	Base teórica .....	76
3.2.4.1	Cálculos densidades y absorción para el agregado grueso.....	78

	3.2.4.2	Cálculos densidades y absorción para el agregado fino .....	79
	3.2.5	Procedimiento .....	80
	3.2.5.1	Para el agregado grueso .....	80
	3.2.5.2	Para el agregado fino .....	82
3.3		Ensayo granulometría .....	83
	3.3.1	Introducción .....	83
	3.3.2	Objetivos.....	83
	3.3.2.1	General .....	83
	3.3.2.2	Específicos .....	84
	3.3.3	Material y equipos.....	84
	3.3.4	Base teórica.....	85
	3.3.4.1	Cálculo de % retenido de agregado .....	87
	3.3.4.2	Cálculo de % que pasa en ensayo de granulometría .....	87
	3.3.4.3	Calculo módulo de finura para agregado fino .....	88
	3.3.4.4	Cálculo tamaños para agregado grueso .....	88
	3.3.4.5	Granulometría continua .....	89
	3.3.4.6	Granulometría discontinua .....	89
	3.3.5	Procedimiento .....	89
3.4		Ensayo materia orgánica .....	91
	3.4.1	Introducción .....	91
	3.4.2	Objetivos.....	92
	3.4.2.1	General .....	92
	3.4.2.2	Específicos .....	92
	3.4.3	Material y equipos.....	92
	3.4.4	Base teórica.....	93
	3.4.5	Procedimiento .....	94

	3.4.5.1	Determinación colorimétrica.....	95
3.5		Ensayo pesos unitarios.....	95
	3.5.1	Introducción.....	96
	3.5.2	Objetivos .....	96
		3.5.2.1 General .....	96
		3.5.2.2 Específico .....	96
	3.5.3	Base teórica .....	96
	3.5.4	Material y equipos .....	97
	3.5.5	Procedimiento .....	98
		3.5.5.1 Masa unitaria suelta.....	98
		3.5.5.2 Masa unitaria apisonada.....	99
		3.5.5.3 Cálculos matemáticos.....	100
		3.5.5.4 Cálculo del peso unitario suelto .....	100
3.6		Control de calidad block mediante empleo de gráficos de control.....	102
	3.6.1	Decisiones previas a la construcción de los gráficos de control.....	103
		3.6.1.1 Objetivos posibles de conseguir con los gráficos .....	103
	3.6.2	Elección de la variable.....	104
	3.6.3	Elección del criterio de formación de subgrupos.....	106
	3.6.4	Elección del tamaño y frecuencia de los subgrupos.....	107
	3.6.5	Métodos de registro de datos.....	108
	3.6.6	Determinación de los métodos de medición.....	109
	3.6.7	Bases de partida para la construcción de los gráficos de control .....	110
	3.6.8	Obtención y registro de las mediciones y otros datos.....	110
	3.6.9	Cálculo de la media $\bar{X}$ de cada subgrupo.....	111

3.6.10	Cálculo de la amplitud R de cada subgrupo .....	111
3.6.11	Representación de los gráficos $\bar{X}$ y R.....	112
3.6.12	Determinación de los límites de control de prueba.....	112
3.6.13	Decisión del número de subgrupos necesarios antes del cálculo de los límites de control .....	113
3.7	Cálculo de los límites de prueba .....	114
3.7.1	Límites de prueba del gráfico de rangos.....	114
3.7.1.1	Cálculo de amplitud media en un gráfico de control .....	114
3.7.1.2	Cálculo del límite de control superior en un gráfico de control.....	114
3.7.1.3	Cálculo del límite de control inferior en un gráfico de control.....	114
3.7.2	Límites de prueba del gráfico de medias .....	115
3.7.2.1	Cálculo del límite de control superior en un gráfico de control de medias .....	115
3.7.2.2	Cálculo del límite de control inferior en un gráfico de control de medias .....	115
3.7.3	Representación de las líneas centrales y los límites en los gráficos.....	116
3.7.4	Obtención de las conclusiones preliminares deducidas de los gráficos .....	116
3.7.5	Indicación de la existencia o falta de control.....	116
3.7.6	Interpretación de los procesos que se encuentran bajo control .....	118
3.7.7	Posibles situaciones de un proceso bajo control respecto a unos límites de especificación superior e inferior.....	120

3.7.8	Relaciones entre los procesos fuera de control y los límites de especificación.....	121
3.7.9	Continuidad en el empleo de los gráficos.....	121
3.7.10	Revisión de la línea central y de los límites de control.....	122
3.7.11	Empleo del gráfico de control como base para agrupar lotes pequeños o grandes lotes homogéneos.....	124
3.7.12	Actuación en el proceso a través de los gráficos de control.....	124
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>127</b>
4.1	Capacitación del personal.....	127
4.1.1	Personal provisional.....	127
4.2	Personal permanente "no técnico".....	129
4.3	Capacitación de operadores.....	132
4.3.1	Personal técnico.....	132
4.4	Chequeo de resultados de ensayos.....	132
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE RESULTADOS.....</b>	<b>133</b>
5.1	Análisis de la nueva documentación de implementación.....	133
5.1.1	Formatos de hojas de los diferentes controles a implementar.....	133
5.1.1.1	Apartado de identificación.....	134
5.1.1.2	Apartado de información principal.....	134
5.1.1.3	Apartado de información complementaria.....	135
5.1.1.4	Apartado de observaciones.....	136
5.1.1.5	Apartado programación de rupturas.....	136
5.1.1.6	Apartado final producción.....	137

5.1.1.7	Apartado de control de calidad.....	137
5.2	Análisis de los métodos propuestos.....	138
5.3	Análisis de evaluaciones y resultados.....	138
5.3.1	Análisis de instrumentos de control .....	141
5.3.2	Sistemas de gestión y sistemas de información, control y evaluación .....	141
5.3.3	Planificación versus control y evaluación.....	142
5.4	Evaluación y sondeo de la calidad de productos .....	144
5.4.1	El control de productos y su relación con la planificación operativa .....	144
5.4.2	El control de procesos y su relación con la planificación operativa .....	145
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>149</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>153</b>
<b>APÉNDICE .....</b>		<b>155</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>157</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Forma característica de la roca caliza .....	3
2.	Forma característica de la dolomita .....	7
3.	Ubicación de extracción de material de La Roca, S.A. ....	12
4.	Organigrama de la empresa Inmobiliaria La Roca, S.A. ....	13
5.	Uso obligatorio de equipo de protección personal .....	26
6.	Uso obligatorio del casco de seguridad .....	27
7.	Uso obligatorio de faja para la espalda.....	28
8.	Uso obligatorio de guantes de seguridad.....	29
9.	Uso obligatorio de calzado de seguridad .....	30
10.	Uso obligatorio de protección ocular .....	31
11.	Uso obligatorio de protección auditiva .....	32
12.	Símbolos de diagramas de procesos.....	42
13.	Pulverización de agregados.....	43
14.	Transporte y separación de tamaños de agregados.....	43
15.	Diagrama de proceso agregado despolve de piedra caliza.....	44
16.	Diagrama de proceso agregado 1/2" de piedra caliza .....	45
17.	Almacenaje de dolomita.....	46
18.	Diagrama de proceso agregado polvo de piedra caliza (área venta) .....	47
19.	Diagrama de proceso agregado 3/8" de piedra caliza (área venta) .....	48

20.	Diagrama de proceso de polvo de piedra caliza (área bloquera).....	49
21.	Diagrama de proceso de agregado 3/16" de piedra caliza (área bloquera).....	50
22.	Diagrama de proceso de agregado 1/8" de piedra caliza (área bloquera).....	51
23.	Diagrama de agregado 3/8" de piedra caliza (área bloquera).....	52
24.	Formulario FLAB-CG.....	54
25.	Formulario FLAB-RP de laboratorio .....	55
26.	Formulario FLAB-CC de laboratorio .....	56
27.	Esquema planta de producción .....	57
28.	Forma de reporte diario de producción.....	59
29.	Forma de reporte diario de fallas.....	59
30.	Estructura de malla en plato tamiz .....	81
31.	Máquina tamizadora.....	86
32.	Aparato divisor de muestras.....	95
33.	Máquina de compresión .....	105
34.	Relaciones entre niveles de análisis y objetos .....	139
35.	Relación entre niveles y objetos de planificación .....	143
36.	Formato hoja de registro tipo A .....	157
37.	Formato hoja de registro tipo B .....	158
38.	Hoja de factores para gráficos de control.....	159
39.	Ejemplo de curva granulométrica para agregado fino .....	160

## TABLAS

I.	Características generales de la roca caliza .....	4
II.	Características de la dolomita.....	7
III.	Dimensiones y resistencias adoquín tipo cruz .....	33
IV.	Dimensiones y resistencias adoquín tipo rectangular .....	34
V.	Dimensiones y resistencias adoquín tipo zig-zag .....	34
VI.	Dimensiones y resistencias adoquín tipo cuadrado .....	35
VII.	Dimensiones y resistencias block rústico estándar.....	36
VIII.	Dimensiones block rústico mitad .....	36
IX.	Dimensiones y resistencias block esquina rústica .....	37
X.	Dimensiones block solera .....	38
XI.	Dimensiones y resistencias block tabique .....	38
XII.	Dimensiones y resistencias block .....	39
XIII.	Dimensiones y resistencias block mitad .....	39
XIV.	Dimensiones fachaleta rústica .....	40
XV.	Especificaciones de muestras de agregados.....	71
XVI.	Análisis de datos agregados finos .....	72
XVII.	Análisis de datos agregados gruesos .....	73
XVIII.	Resultados ensayo densidad y absorción agregado grueso.....	81
XIX.	Resultados ensayo densidad y absorción agregado fino.....	83
XX.	Resultados ensayo granulometría, agregado grueso .....	90
XXI.	Resultados ensayo granulometría, agregado fino .....	91
XXII.	Capacidad de moldes .....	98
XXIII.	Identificación de la resistencia en el block según el color marcado .....	102
XXIV.	Identificación general en reportes .....	134

XXV.	Identificación de información principal.....	135
XXVI.	Identificación de información complementaria.....	136
XXVII.	Identificación de observaciones .....	136
XXVIII.	Identificación programación de rupturas.....	137
XXIX.	Identificación final de producción.....	137
XXX.	Identificación de control de calidad.....	138

## GLOSARIO

### **Absorción**

Proceso en el cual una materia se impregna en otra materia y la retiene. Este proceso puede consistir en la solución física de un gas, de un líquido o de un sólido en un líquido o la reacción química de un gas o de un líquido con un líquido o un sólido.

### **Accidente**

Situación riesgosa para la integridad del ser humano o de las instalaciones, que se da en forma inesperada

### **Accidente laboral**

Situación en el que se ocasiona daños a las estructuras o instalaciones de lugar de trabajo o de la persona misma, al momento de estar laborando.

### **Agregado**

Este término comprende las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizada para preparar morteros y concretos.

**Almacenaje**

Acción de almacenar un producto, en un lugar con ciertas condiciones ambientales dadas.

**Auditoria**

Actividad que, mediante la utilización de determinadas técnicas de revisión, tiene por objeto la emisión de un informe acerca de la fiabilidad de los documentos contables de la empresa auditada.

**Auditoria de la calidad**

Examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas y si éstas disposiciones son aplicadas en forma efectiva y son apropiadas para alcanzar los objetivos.

**Capacitación**

Acción de comunicar a un grupo determinado de personas cómo se deben realizar ciertas acciones, para el bienestar de la empresa y ellos mismos.

**Casco de seguridad**

Equipo protector de plástico duro para la cabeza humana.

**Código de seguridad**

Códigos escritos y visuales que ayudan a mantener la integridad de los operarios dentro de un área de trabajo, al estar en contacto con algún producto peligroso.

**Control de calidad**

Proceso seguido por una empresa de negocios para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos mínimos de calidad establecidos por la propia empresa.

**Costo**

Es gasto incurrido en la producción, administración y venta de los productos o servicios vendidos en el período.

**Costos ocultos**

Variedad de costo, que durante el ejercicio de una empresa no se nota, pero que genera pérdida por lo que significa.

**Cristalización**

La cristalización es un proceso empleado frecuentemente en química a la hora de purificar una sustancia sólida.

**Cubos**

Grupo de productos unidos para su almacenaje y distribución.

**Diagrama de proceso**

Diagrama secuencial empleado en muchos campos para mostrar los procedimientos detallados que se deben seguir al realizar una tarea, como un proceso de fabricación.

**Eficacia**

Grado de optimización en que una persona -servidor público- programa, organización, proyecto, actividad o función logra los objetivos previstos en sus políticas, las metas operativas establecidas y otros logros esperados.

**Emergencia**

Estado de alerta en un determinado lugar de trabajo, al ocurrir un accidente.

**Equipos**

Herramientas de trabajo que se utilizan para la construcción o elaboración de algún determinado producto.

**Especificación**

Modo de fijar o determinar de modo preciso alguna acción.

**Fecha de elaboración**

Fecha en la que se hizo un producto, así como, también, la fecha en la que se elaboró un determinado informe.

<b>Fleje</b>	Cinta, generalmente, elaborada de poliestireno, utilizada para la sujeción de material y producto.
<b>Hoja electrónica</b>	Denominación que se le da a los sitios de internet en donde se localiza cierta clase de información a necesitar.
<b>Incerteza</b>	Parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión entre dos valores que pueden ser fundamentadamente atribuidos a una medida.
<b>Inspección</b>	Actividades como medir, examinar, ensayar o comparar una o más características de un producto o servicio y comparar los resultados con los requisitos especificados, con el fin de determinar la conformidad con respecto a cada una de esas características.
<b>Normas ISO</b>	Normas que regulan la calidad de los bienes o servicios que venden u ofrecen las empresas, así como de aspectos ambientales implicados en la producción.

**ISO 14001**

Certificación de la ISO, la cual se encarga de verificar si los procedimientos que se llevan a cabo para la elaboración de un producto o servicio, no conlleva a la contaminación del medio ambiente.

**ISO 9001**

Certificación de la ISO encargada de velar porque las especificaciones de un producto o servicio sean siempre las mismas. Otorgando al fabricante un valor agregado en sus productos y haciendo que la empresa sea más productiva.

**Lesión**

Alteración de color, forma, volumen o función que se observe en la piel. Daño o alteración morbosa, orgánica o funcional de los tejidos.

**Manual**

Libro en que se comprende lo más sustancial de una materia, documento o cartilla que contiene las nociones básicas en ciencia y su forma correcta de aplicación.

**Misión**

Parte de una planeación estratégica que responde a la pregunta ¿En qué negocio se encuentra la empresa?

**Mortero**

Mezcla de cal o cemento con arena y agua que se utiliza para unir ladrillos o piedras y para enlucir paredes.

**Normas y estándares**

Reglamentos diseñados para mejorar procedimientos y mantener bajo supervisión los materiales y procesos.

**Peligro**

Cualquier lugar o situación que involucre un riesgo a la salud del trabajador o las instalaciones de la empresa.

**Planificación**

Actividades que establecen los objetivos y especificaciones necesarias para desarrollar la acción preventiva, para la aplicación de los elementos del sistema en prevención de riesgos laborales.

**Planeación estratégica**

Sistema de administración que involucra a toda la empresa, en busca de algo en común con los colaboradores. Involucra asuntos como misión, visión, objetivos, metas, estrategias y tácticas.

<b>Políticas de salud y seguridad ocupacional</b>	Es cualquier tipo de procedimientos, reglamentos, certificaciones u otros, que ayuden a minimizar los riesgos de los trabajadores en el área de trabajo.
<b>Procedimientos</b>	Pasos a seguir para desarrollar una actividad.
<b>Producción</b>	Creación y procesamiento de bienes y mercancías, incluyéndose su concepción, procesamiento en las diversas etapas.
<b>Producto</b>	Bien tangible que resulta de un proceso de fabricación, puede ser un bien físico, un servicio, una idea, un lugar, una organización e, incluso, una persona.
<b>Riesgo</b>	Es toda acción o condición en la que se encuentran en peligro las condiciones físicas del cuerpo humano o de las instalaciones de la empresa.
<b>Sales de Epson</b>	Nombre que recibe comúnmente una sal cristalina blanca o incolora, que se encuentra en el mineral epsomita y en las aguas minerales.

**Seguridad e higiene**

Ciencia que estudia las condiciones y actos inseguros de alguna empresa, con el fin de minimizar los accidentes y proteger la integridad de los trabajadores, aumentando con esto la productividad de la organización.

**Señales**

Es todo rótulo o color de pintura que indica advertencias, precauciones, peligros, rutas de evacuación, etc.

**Silo**

Lugar de almacenaje de material y agregado para su uso.

**Sistema de Gestión**

Conjuntos de procesos de trabajo mediante los cuales se realizan las cosas.

**Sistemas de información, control y evaluación**

Son “metasistemas” cuya finalidad exclusiva es el registro, el monitoreo y la obtención de conclusiones.

**Solera**

Tipo de block generalmente utilizado para incrustar vigas o al fondo de paredes.

**Tabique**

Utilizado en elaboración de paredes, reduce el espesor de las mismas.

**Vestimenta protectora**

Es toda aquella ropa de protección personal que ayuda a minimizar los riesgos de lesión por el uso de materiales químicos peligrosos.

**Visión**

Parte de una planeación estratégica que responde a la pregunta ¿Qué se quiere llegar a ser?

**Website**

Sitio de internet que se ubica mediante una dirección electrónica.

**Zapatos de seguridad**

Calzado utilizado en las empresas con el fin de proteger al empleado de cualquier daño a los pies, comúnmente se utilizan botas de cuero con punta de acero.

## RESUMEN

El desarrollo de manuales de control de calidad, es de importancia para una buena elaboración de productos, debido a que con ellos se consigue llevar un control estándar detallado en las estaciones continuas de una producción.

Estableciendo un nivel de calidad aceptable, se logra mantener un producto confiable, tanto para fabricantes como para los requerimientos del consumidor final.

Los manuales tienen por objetivo establecer normas, reglas y procedimientos para las actividades de programa de salud y seguridad industrial de la empresa, debido a que permiten:

1. evitar eventos no deseados;
2. mantener las operaciones eficientes y productivas;
3. llevar una coordinación y orden de las actividades de la empresa.

Existen normas y reglas que se han establecido para que las industrias cuenten con bases estándar con las cuales guiarse a lo largo del proceso de elaboración que realicen.

En los últimos años, gobiernos y entidades, a cargo de la supervisión de industrias, han orientado a las empresas a adecuar e implementar manuales y procedimientos para fáciles controles y que luego, en inspecciones, se elaboren correctas auditorias.

Industrias fabricantes de productos para consumo humano y consumo, en general, tienen la necesidad de contar con manuales y controles, los cuales logren mantener la calidad. Esta necesidad ha impulsado la puesta en marcha de entidades que controlen y diseñen normas para el control de la calidad.

Una entidad internacional dedicada específicamente al control de la calidad, ISO -International Standards Organization- u Organización Internacional de Estándares en castellano, es actualmente la principal entidad reguladora en este campo, el de la calidad.

Como lo dice la filosofía de la calidad, mantener un estándar para obtener la completa satisfacción del cliente.

Un ensayo de materiales, es aquel realizado para controlar características propias o adquiridas por manejo o contacto con ambientes diversos al original. Para la elaboración de un block de concreto, son varios ensayos los esenciales para obtener las cualidades del material, como lo son: pesos unitarios, materia orgánica, densidad, humedad, etc.

La higiene y seguridad en la industria juegan un papel importante antes, durante y después del proceso de producción, si se logra controlar estos dos aspectos, mantenerlos en niveles máximos de control, manteniendo limpieza y libre de accidentes, se mejorarán la calidad de los productos y se reducirán los riesgos y accidentes que se suscitan a lo largo de la producción.

# OBJETIVOS

## General

Alcanzar el máximo nivel de calidad en el proceso de fabricación de bloques de concreto, desde la recolección del material, durante el proceso de fabricación del bloque, hasta su culminación; mediante un estudio técnico y estadístico.

## Específicos

1. Analizar el estado actual de los procedimientos de recaudación de materiales, para establecer correctamente un sistema de control de calidad por medio de manuales en el departamento de laboratorio de la empresa.
2. Elaborar manuales de procedimientos de control de calidad de los procesos de fabricación del bloque de concreto.
3. Implementar documentos, formas y registros en el departamento de laboratorio para el análisis de materiales y producto final.
4. Determinar por medio del análisis de jornadas de producción, la variación en la fabricación de bloques de concreto y lotes de producción, aprobando o rechazando la cantidad de material y producto analizado.

5. Establecer niveles de calidad en bloques de concreto y de los materiales.
6. Desplegar medidas de seguridad en el control de calidad, manifestando la indumentaria necesaria a vestir durante las labores.
7. Constituir las funciones específicas del personal, en las estaciones de trabajo a lo largo de la producción.

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se están implementando en gran medida en los países latinoamericanos, la introducción de manuales que facilitan el control de la calidad y mejoran el control de procesos y errores.

De la misma forma, la estandarización de los procedimientos, logra que se faciliten los controles habituales en cuanto a la inspección rutinaria; claro está que la cantidad de revisiones e inspecciones depende del nivel de calidad, pero se busca reducir el número de estas revisiones para reducir costos.

Es por esto que en el capítulo uno, se abordan conceptos generales respecto de los materiales que componen un block de concreto, generalmente, de fabricación nacional, los cuales dan información en las características propias de los materiales y de su diseño.

Igualmente se da a conocer las normas nacionales e internacionales que rigen la fabricación de este tipo de producto como lo son las normas ASTM y las COGUANOR.

A lo largo del capítulo 2, se desarrolla la situación actual que la empresa La Roca, S.A., de las necesidades y motivos que impulsan al manejo de calidad por medio de manuales. Se detallan los productos que se elaboran en la planta de producción y se diagraman las operaciones, desde su inicio hasta la culminación del producto.

Las funciones del personal que labora en la planta de producción están igualmente descritas en este apartado, ordenando así las tareas en las respectivas estaciones de trabajo.

En el capítulo 3 contiene la información detallada en cuanto a lo que son, específicamente, los manuales de control, detallando los ensayos necesarios a efectuar a los materiales que componen los bloques de concreto. En ellos se identifican sus objetivos, los materiales y equipos a utilizar, la base teórica con la cual se fundamentan y los procedimientos detallados para llevar a cabo los ensayos para los materiales. También, los elementos para un control de calidad de bloques de control por medio de gráficos de control.

En la implementación, capítulo 4, se describe la capacitación al personal, las generalidades en cuanto a los rangos en el escalafón del personal dentro de la planta de producción, de los aspectos necesarios en los trabajadores para ser parte de las diferentes estaciones de trabajo. Estas estaciones ubicadas a lo largo de la línea de producción son las que no se deben desatender, pues, son esenciales para el funcionamiento de la línea y el control de calidad.

Para finalizar, el capítulo 5, es el seguimiento y monitoreo de resultados de los ensayos de todo el manual de control de calidad. Describe la forma de analizar y detallar la nueva documentación de implementación, el análisis de métodos propuestos, de evaluaciones a resultados y un sondeo de la calidad de productos.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1 Caliza

Tipo común de roca sedimentaria, ampliamente difundida, compuesta en su totalidad o en su mayor parte por calcita (carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ ). Se caracteriza por la efervescencia, en frío, al contacto con un ácido. Se distinguen las calizas propiamente dichas y las rocas dolomíticas, que contienen una cantidad notable de carbonato doble de calcio y de magnesio.

Cuando se calcina (se lleva a alta temperatura) da lugar a cal (óxido de calcio,  $\text{CaO}$ ). Las calizas detítricas, constituidas por derrubios de calizas destruidas por la erosión, son coherentes cuando los elementos que las constituyen se hallan cementados. La caliza cristalina metamórfica se conoce como mármol, y es inicio de metamorfismo que origina una cristalización completa.

Las calizas organogenias están constituidas, esencialmente, por organismos marinos. Muchas variedades de estas calizas se han formado por la unión de caparazones o conchas de mar, algas, o moluscos; formadas por las secreciones de  $\text{CaCO}_3$  de distintos animales marinos. La creta es una variedad porosa de color blanco apagado o blanquecino y con grano fino compuesta en su mayor parte por restos de organismos marinos pequeños como caparazones de foraminíferos.

La lumaquela es una caliza blanda formada por fragmentos de concha de mar. Las calizas coralinas constituyen rocas coherentes sin que sus constituyentes se hayan cementado.

Las calizas de precipitación son rocas extraordinariamente resistentes. Una variedad, conocida como caliza oolítica, está compuesta por pequeñas concreciones ovoides, cada una de ellas contiene en su núcleo un grano de arena u otra partícula extraña alrededor de la cual se ha producido una deposición. En las rocas dolomíticas se distinguen: las calizas magnésicas (15% a 25% de dolomita), las calizas dolomíticas (25% a 50%) y la dolomía propiamente dicha (más del 50%).

Estas rocas se caracterizan por una evolución geomorfológica particular, los cementos de carbonato cálcico se disuelven mejor por acción de las aguas de lluvia que los elementos de dolomita y el conjunto de sedimentos presentan curiosos aspectos reuniformes.

La caliza, muy frecuente en ciertos suelos, diagnostica un carácter básico más o menos notable. En ciertas estaciones, la caliza no representa solamente un papel como agente químico sobre la repartición de las plantas, sino que condiciona también las características microclimáticas de la estación (sequía, ranuras debido a la reverberación). Estos fenómenos explican la presencia de ciertas plantas de regiones suaves en las estaciones más duras, donde no podrían estar si solo interviniera el clima. Las plantas características de estos terrenos son: la amapola, los cardos, la salvia de los prados, etc.

Desde el punto de vista agrícola se dice que una tierra es calcárea cuando el carbonato entra en más del 13% de su composición.

Su presencia impide los fenómenos de acidificación y favorece la nitrificación; extendida por las tierras arcillosas y pesadas, contribuye a mullirlo. Son tierras permeables y fáciles de trabajar; no les va bien la sequía y necesitan un estercolado moderado, pero frecuente.

Ciertos tipos de caliza se usan en la construcción, de acuerdo con los métodos tradicionales se usa como piedra de cantería y para sillares. En el plano comercial, las calizas se clasifican, con arreglo a sus cualidades físicas, en piedra fría, piedra semidura, piedra firme, piedra semifirme, piedra blanda y piedra muy blanda.

En una misma cantera pueden existir varias franjas o vetas de diferente aspecto y calidad. Según las regiones, dichas vetas reciben distintos nombres como placas, conformaciones o estratos.

Normalmente este tipo de roca se encuentra en suelos estratificados que han sido formados durante la formación de la tierra, en base a las altas presiones en las que se ha encontrado el subsuelo y niveles inferiores a la capa del suelo, razón por la cual se le encuentran fósiles contenidos entre su forma.

**Figura 1. Forma característica de la roca caliza**



**Tabla I. Características generales de la roca caliza**

Nombre de la roca, mineral o piedra	Roca caliza Contiene alto porcentaje de calcita, de materiales tríticos, como cuarzo o arcilla, lo que puede aportar un color más oscuro que el de la caliza más pura.
Tipo básico	Rocas sedimentarias. Orgánico, de Briozoos, fango calizo caracterizado por las estructuras en red de briozoos fosilizados. La matriz de un grano fino y textura regular.
Grupo	Carbonatos
Sistema cristalino / estructura	Trigonal y en red de briosos fosilizados. / Romboédrico
Composición química	Cristales romboédricos, escalenoédricos y prismáticos, a veces combinaciones de estas; normalmente concrecionada estalactita, psolífica, fibrosas y laminares; frecuentes maclas y variadas. $\text{CO}_3\text{Ca}$ . CaO 56%; CO <sub>2</sub> 44%. El manganeso y el hierro pueden sustituir al calcio, y una serie isomorfa completa se extiende hasta la rodocrosita, mientras que sólo es parcial hasta la smithsonita y siderita. El magnesio sustituye al calcio en pequeñas cantidades. Cuando mucho Mg está presente la tendencia es la forma Dolomítica, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .
Origen	Sedimentario. Se presenta en nódulos, filamentos o canteras.
Formación	Sedimentarias, que se forman por la acumulación y sedimento. Son de origen secundario, es resultado de la precipitación de restos orgánicos. Muchos de los organismos que habitan en el mar utilizan el carbonato cálcico del agua para producir caparazones protectores duros. Cuando estos organismos mueren las partes calcáreas se acumulan en el fondo del mar, consolidándose formando capas de rocas calizas.

## Continuación

Dureza	La dureza relativa puede ser estimada mediante la comprobación de su resistencia al ser rayada, esta propiedad se suele medir utilizando la escala de Mhos.
Textura	Granular fina a gruesa, es un poco rasposa. Tienen una textura consistente en granos minerales que se entrelazan, desarrollados durante la cristalización de sustancias que se desprenden de la solución.
Densidad	Depende de su altura, puede variar de acuerdo a la cantidad de restos fósiles y silicatos que esta contenga, pero generalmente son ligeras. 2.71g/mc <sup>3</sup> .
Color	Blanca y tintes diversos debido a impurezas. Pardo, incoloro, blanco, rosa, amarillo y gris. El color de un mineral no es una forma segura para su identificación, supuesto que algunos minerales poseen una escala de colores. El color de raya (color de polvo fino que deja un mineral cuando rayamos en el sobre una placa de porcelana blanca porosa) es un indicador más seguro. En el color puede presentar una gran variedad, dependiendo de las impurezas que contenga, esta se puede presentar desde amarillenta hasta grisácea, en algunos ejemplares la caliza es negra, signo de gran cantidad de restos orgánicos.
Usos	<p>Generalmente lo que se utiliza del conglomerado son los clastos (roca caliza); los de menor tamaño son empleados como grava para la construcción en losas y pisos; los conglomerados más grandes son empleados para mamposterías y construcción de muros; además que en algunos casos se emplea como ornato en fachadas de casas.</p> <p>El uso de las rocas calizas es muy extenso, su mayor utilización es en la construcción, si se calcina se puede producir cal viva, se utiliza en la fabricación del cemento, como grava y arena (fragmentada) en la elaboración del concreto. Materia prima para la industria del cemento Pórtland, cal hidratada, calcita, construcción, mármol, agricultura, agregados pétreos.</p>

## Continuación

Brillo	Vítreo, de opaco a cristalina. Translúcido a terroso, en algunas rocas como la dolomita o dolomía tiene brillo cristalino.
Propiedades	Fractura, exfoliación sistema cristalino, dureza, color, color de raya, densidad y brillo. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua.
Observaciones particulares	Cualquier imagen vista a través de ella se duplica, ya que tiene la propiedad de la doble refracción. Con frecuencia contiene restos de fósiles. Es una roca no metálica. Las rocas calizas son las principales rocas que nos muestran la edad de la tierra, a través de su gran contenido de fósiles. Otra de las características de las rocas calizas es que se forman en capas, las cuales nos permiten determinar la edad de las rocas, las capas más expuestas a la superficie son las más jóvenes.

## 1.2 Dolomita

Mineral común de fórmula  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , que se suele encontrar en masas rocosas, como calizas dolomíticas, y a veces en vetas. Cristaliza en el sistema hexagonal. En general es incolora, blanca o rosa, pero puede ser de color castaño, negra o verde en función de las impurezas presentes (figura 2, página siguiente). Cuando se trata con ácido sulfúrico, se obtiene sulfato de calcio (yeso) y sulfato de magnesio (sales de Epsom).

Entre sus variedades están los feldespatos amargo y de perla. Se suele usar el término dolomita para cualquier roca característica, cuyo componente principal sea dolomita masiva o por alguna combinación de carbonatos de magnesio y de calcio.

**Figura 2. Forma característica de la dolomita**



**Tabla II. Características de la dolomita**

Etimología	Derivado de dolomía nombre creado en honor del geólogo francés D. Dolomieu, que estudió estas rocas.
Fórmula química	$\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$
Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistema cristalino: trigonal.</li><li>• Hábito: Suele encontrarse en forma de agregados cristalinamente granulares. Forma también masas porosas y terrosas.</li><li>• Dureza: 3,5 - 4.</li><li>• Densidad: 2,9.</li><li>• Color: incolora, blanca, gris de distinta intensidad hasta negro, según las impurezas.</li><li>• Raya: blanca.</li><li>• Brillo: vítreo o a veces madreporico.</li><li>• Fractura concoidea.</li><li>• Exfoliación: romboédrica perfecta</li></ul>
Descripción	<p>La dolomita es semidura, no muy pesada y frágil, es infusible, ya que se descompone en casi todos los carbonatos.</p> <p>El Calcio y el Magnesio tienen posiciones fijas en la red, que difiere de la Calcita y la Magnesita, ya que la sustitución isomórfica no es posible por la diferencia de tamaño entre ambos cationes; en cambio, sí puede haber sustitución isomórfica del Magnesio por el Hierro (la Ankerita: <math>\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2</math>).</p>

## Continuación

Origen	<p>Principalmente sedimentario; es posible también por transformación de las calizas bajo la influencia de las soluciones magnesianas. También de origen hidrotermal en filones minerales.</p> <p>La dolomita es un constituyente fundamental de las rocas sedimentarias carbonatadas (dolomías y calizas dolomíticas) formadas en ambiente diagenético, por la acción del agua de mar sobre fangos calcáreos o formaciones organógenas; está presente también en filones hidrotermales de baja temperatura y en rocas de facies metamórfica, bien sea en forma de mármoles dolomíticos o asociada a talcoesquistos y Serpentina como producto de transformación de las rocas ultramáficas.</p>
Aplicación	<p>Las rocas dolomíticas presentan un sin número de aplicaciones industriales; en el campo de las edificaciones se utiliza para la construcción y también como piedra ornamental, para la preparación de cementos especiales.</p> <p>En la metalurgia se emplea como refractarios básicos, para la extracción de magnesio metálico, como fundente y escorificante.</p> <p>En el campo de la química se utiliza para la preparación de sales de Magnesio ya que es un mineral de notable interés científico y de colección.</p> <p>Se emplea calcinada en el revestimiento de convertidores Bessemer para la producción de acero a partir de hierro colado.</p>

### 1.3 Block de concreto

En los últimos años, Guatemala ha demostrado un crecimiento en el sector de la construcción, teniendo un comportamiento más dinámico. Esto se debe a la demanda de vivienda que existe en el país, por lo que la demanda de materiales de construcción aumenta proporcionalmente.

### **1.3.1 Características del block**

El block de concreto es un material de construcción de alta calidad con capacidad de sostener cargas determinadas (esfuerzo y compresión principalmente), y que se produce en una amplia variedad de tamaños y fuerzas, además que es conocido por su excelente calidad de aislamiento.

Este producto comenzó a utilizarse a principios del siglo XX en Europa donde ha tenido mucho éxito. Actualmente, es uno de los materiales de construcción más utilizados, además es importante mencionar que su participación en el mercado mundial está creciendo rápidamente.

Sin lugar a duda este producto es de los mayores logros del siglo XX en el campo de la construcción de paredes; además de ser un producto revolucionario ofrece una combinación única de fuerza, peso liviano, aislamiento térmico, absorción de sonido, resistencia contra el fuego y una facilidad de construcción nunca antes alcanzada.

El block de concreto es utilizado en diferentes situaciones y del mismo modo para diferentes funciones como construcción de residencias, edificios comerciales e industrias, en edificaciones agrícolas, escuelas, hospitales, y de diversas maneras más.

El block de concreto es un material de construcción excelente para cualquier condición climática. Se puede utilizar para todo tipo de pared exterior o interior, de fundición, paredes interiores y paredes contra incendios, etc.

### 1.3.2 Diseño

Con los diferentes materiales utilizados en el diseño de los blocks de concreto es fácil uso el agregarlos en moldes para realizar dichos productos como lo son los blocks o para hacer paneles que conlleva el mismo proceso en ambos casos de elaboración.

Los blocks pueden hacerse de diferentes tamaños. Los beneficios que se pueden esperar de este producto son los siguientes:

- De tamaño grande pero de peso liviano = ahorro en gastos de cimientos
- Gran durabilidad = larga vida
- De gran fuerza para carga
- Precisión dimensional
- Construcción rápida, alta economía
- Manejo fácil (progreso rápido en la construcción)
- El mejor aislamiento térmico
- Resistencia superior a los incendios = asegura la propiedad y las vidas
- Absorción de sonido excelente
- Fácil de trabajar, mejor que la madera (se puede serruchar, taladrar, clavar)
- Completamente contra plagas
- No se corroe

Es importante mencionar que durante el proceso de producción la planta se adapta al medio ambiente, esto significa que tiene aspectos ecológicos y ambientales ya que no despiden gases tóxicos, desechos tóxicos, o algún tipo de contaminante que dañe al ambiente durante el proceso de producción.

Este es un requerimiento importante para iniciar correctamente una certificación de normas ISO (norma ISO 14001), que las emisiones de residuos y emanaciones de vapores o similares contribuyan a un equilibrio en el cuidado sostenible en cuanto a medio ambiente refiere.

La planta de procesamiento y construcción tiene un sistema de computación moderno de alta tecnología con la capacidad de tener el control del proceso de la manufactura constante de los agregados y del concreto de alta calidad en peso liviano.

Se produce una mazada al mezclar arena finamente molida con agua, agregados de roca caliza que han sido triturados con el fin de llenar espacios. Esta lechada se introduce en una mezcladora con movimiento rotatorio y movimiento de vibración donde se mezcla con cemento.

Luego de combinarse la pasta aunque no muy fluida ni húmeda se vierte dentro de moldes y realizando una vibración y compactación se logra que los materiales se distribuyan uniformemente y se deja descansar para curarse.

El proceso de curación se efectúa en un cuarto húmedo con temperatura controlada, generalmente la humedad es mantenida en alto porcentaje. Dicha condición de humedad logra que los materiales se endurezcan y tomen sus características finales de block.

Cuando la mezcla se ha endurecido, se debe de esperar un tiempo para que dicha mezcla pueda alcanzar la dureza deseada. Al terminar, los blocks se apilan para su manejo y se entariman (apilarlos en cubos para su manejo y desplazamiento), quedando listos para el almacenaje o su venta directa.

#### **1.4 Reseña histórica de la empresa La Roca, S.A.**

La empresa La Roca, S.A. tiene sus inicios en la explotación de roca para la producción de piedrin para su venta, hace ya 50 años cuando por inicio de una visión y ante la acumulación de material diminuto que no se vendía, nació el interés por utilizar este producto que se almaceno durante varios años.

**Figura 3. Ubicación de extracción de material de La Roca, S.A.**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

Así pues nace la idea de utilizar el producto almacenado para la fabricación de block de concreto y que a su vez utilizaría los productos derivados de la explotación de la piedra caliza contenida en su actual ubicación y de la cual se logro la compra de maquinaria especial.

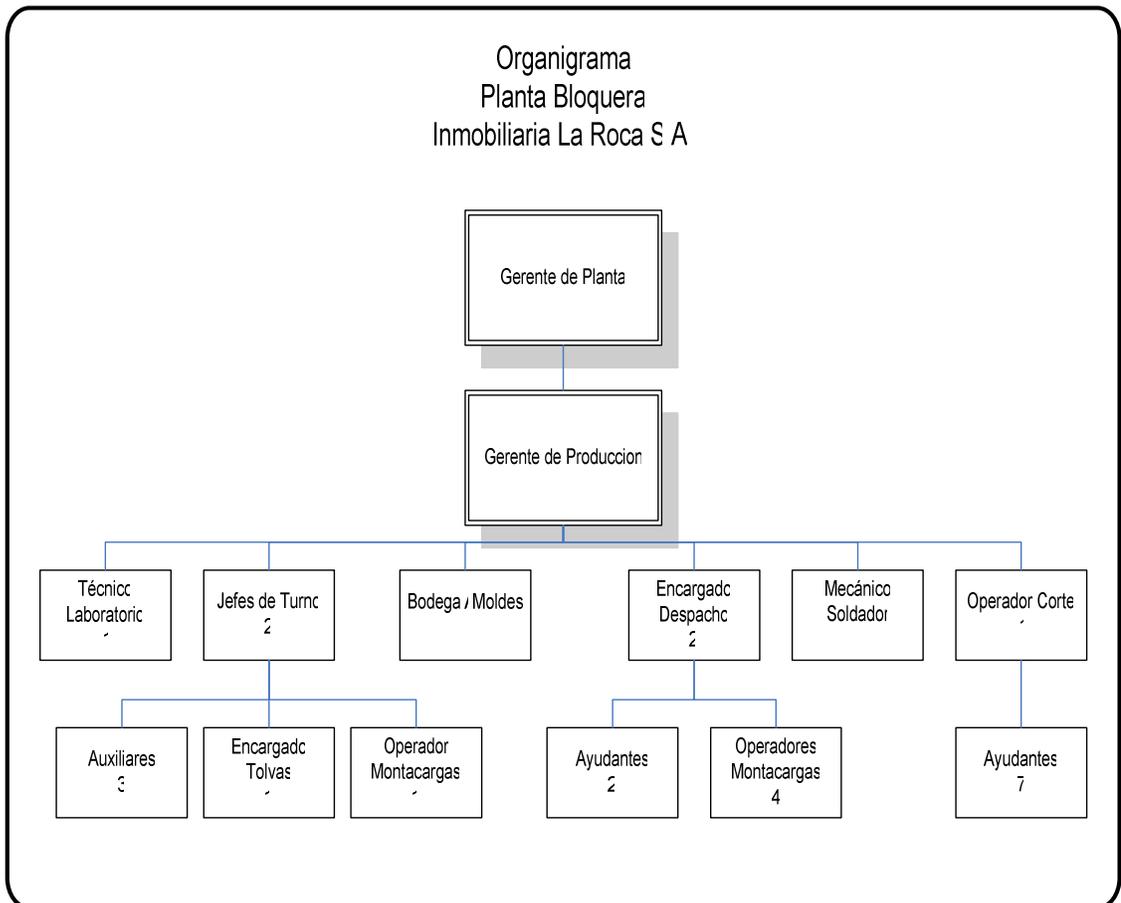
La adquisición de este tipo de maquinaria capaz de disminuir el tiempo de elaboración de diferentes tipos de blocks y que al mismo tiempo optimizaría el uso de materiales para la fabricación de dichos bloques, de los cuales, este es el principal producto de venta en la organización en su diversidad de formas.

## 1.5 Organización de la empresa

Para una correcta distribución de funciones a lo largo del escalafón organizacional, es de suma importancia que se detalle un orden lógico de mando.

La mejor manera es la elaboración del diagrama organizacional (figura 4) que denote los rangos en cuanto a las posiciones en la organización y que sea de fácil consulta ya sea para detallar las tareas de cada puesto o en algún momento de inducción de personal.

**Figura 4. Organigrama de la empresa Inmobiliaria La Roca, S.A.**



## 1.6 Misión

La misión de la empresa ha sido diseñada como una expresión de su razón de ser y como una declaración generalizada de propósitos, todo esto parte de una planeación estratégica.

Para que sea útil, la dirección debe velar porque:

- La empresa mantenga una actitud visionaria para desarrollar, comunicar y cambiar objetivos al igual que estrategias de acuerdo con la situación de su entorno.
- Se mantenga una comunicación con los empleados acerca de los principales propósitos de la empresa, de tal forma que los empleados se encuentren comprometidos siempre con la misión estipulada para la empresa.
- Se mantenga la intención y la capacidad de funcionar de acuerdo con la misión diseñada.

*“Ofrecer productos de alta calidad al cliente cumpliendo con los requerimientos, que satisfagan óptimamente sus expectativas de valor”.*

## 1.7 Visión

Básicamente, ha sido diseñada para responder a las preguntas: en un futuro, ¿dónde queremos estar?, ¿qué queremos ser? y ¿Hacia donde se dirige nuestra empresa?

*“Ser pioneros en el desarrollo de productos y materiales útiles en la construcción y que aporten desarrollo comercial en el mercado”.*

## **1.8 Normas ASTM**

Son parámetros que se han creado con el fin de regular y establecer seguimientos de procesos o procedimientos en general.

### **1.8.1 ¿Qué es ASTM internacional?**

Creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso.

ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

Estos miembros pertenecen a uno o más comités, cada uno de los cuales cubre un área temática, como acero, petróleo, dispositivos médicos, gestión de la propiedad, productos para el consumidor, y muchos más. Estos comités desarrollan más de las 11,000 normas ASTM que se pueden encontrar en el “annual book of ASTM standards”, más de 77 volúmenes.

### **1.8.2 ¿Qué es una norma?**

Como se usa en ASTM, una norma es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de la organización, y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de ASTM. Las normas obtenidas por consenso se elaboran con la participación de todas las partes que tienen intereses en el desarrollo o uso de las mismas.

### **1.8.3 ¿Cómo y dónde se usan las normas ASTM?**

Las normas ASTM las usan individuos, compañías y agencias en todo el mundo. Los compradores y vendedores incorporan normas en sus contratos; los científicos e ingenieros las usan en sus laboratorios y oficinas; los arquitectos y diseñadores las usan en sus planos.

A su vez, las agencias gubernamentales de todo el mundo hacen referencia a ellas en códigos, regulaciones y leyes; y muchos otros las consultan para obtener orientación sobre muchos temas.

Las normas ASTM son "voluntarias" en el sentido de que ASTM no exige observarlas. Sin embargo, las autoridades gubernamentales con facultad normativa con frecuencia dan fuerza de ley a las normas voluntarias, mediante su cita en leyes, regulaciones y códigos.

Los usos de las normas ASTM son innumerables dado a la diversidad de campos en los cuales se aplican, estos campos incluyen la ingeniería, la arquitectura, los procesos, la calidad, los alimentos, en general todo lo que implica normativas en cuanto a sus procesos en elaboración y desarrollo.

## **1.9 Normas COGUANOR**

Normas creadas para ser reglamentadas en nuestro país con el fin de crear parámetros únicos o en base a otros y que sean utilizadas en los diferentes procesos de las industrias guatemaltecas.

### **1.9.1 Antecedentes normas COGUANOR**

La normalización en Guatemala se origina a mediados del siglo pasado, con la creación del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), fundado en enero de 1956 como una entidad autónoma, no lucrativa, dedicada a impulsar el desarrollo y mejoramiento del sector industrial de la región centroamericana.

Fue un organismo regional de carácter tecnológico, creado por los gobiernos de los cinco países de Centroamérica, con la asistencia de las Naciones Unidas, para servir al desarrollo industrial y a la integración económica centroamericana.

El ICAITI perseguía entre otros, los siguientes objetivos fundamentales:

- Realizar investigaciones tecnológicas para la utilización de materias primas regionales, desarrollo de procesos de fabricación, elaboración de nuevos productos y adopción de técnicas modernas de fabricación.
- Asesorar a las empresas en la solución de problemas prácticos de producción que pudieran originarse en sus fábricas y prestarles servicios técnicos industriales.
- Colaborar activamente en el desarrollo de los programas de integración económica de Centroamérica.
- Elaborar normas centroamericanas ICAITI.
- Comprobar la calidad de productos finales y de materias primas mediante análisis químicos, pruebas y varios ensayos realizados en sus laboratorios.

La sección de normalización del ICAITI fue creada en junio de 1962, con el propósito de servir al mercado común centroamericano en la promulgación de normas que facilitarían el intercambio comercial. Debido a problemas económicos y políticos de los países y entre los países de la región, el ICAITI dejó de funcionar en agosto de 1998.

### **1.9.2 Creación de COGUANOR**

En la década de 1960, con el inicio del trabajo sobre normalización en el ICAITI, surgió la idea que Guatemala contara con su propio organismo nacional de normalización.

El organismo nacional de normalización fue creado el 05 de mayo de 1962 por medio del Decreto 1523, del Congreso de la República “Ley de creación de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR” y su respectivo reglamento se oficializó por medio del Acuerdo Gubernativo 156 del año 1966.

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) está adscrita al Ministerio de Economía, siendo el órgano especializado para la elaboración de normas que promuevan el desenvolvimiento ordenado de las actividades industriales, agrícolas y comerciales, propiciando condiciones de competencia sana y justa entre ellas e imponiendo principios de equidad en las relaciones entre productores y consumidores.

La actividad de normalización en el país se realiza de conformidad con lo que establece el artículo 5º del Decreto No.1523 “Ley de creación de la comisión guatemalteca de normas COGUANOR”, elaborándose las normas guatemaltecas recomendadas (NGR) y las normas guatemaltecas obligatorias (NGO).

Las normas NGO que hacen referencia o se relacionan forzosamente con pesos y medidas, alimentos, medicinas, edificaciones y, en general a todo lo relativo a la seguridad y conservación de los bienes, de la salud y de la vida, tienen carácter obligatorio para todos los usuarios de las mismas.

Las normas NGR que hacen referencia a las normas de calidad que se relacionan con la producción y venta de bienes, son optativas para la industria y el comercio de los productos de que se trate; sin embargo, son obligatorias para el Estado, las entidades oficiales y los organismos autónomos descentralizados, los cuales no pueden comprar los productos de que se trate si no se ciñen a las normas y especificaciones establecidas.

Los fines y atribuciones de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR son:

- Dirigir, coordinar y unificar las actividades y la política del país en materia de fijación de normas.
- Estudiar, elaborar, modificar y proponer al Organismo Ejecutivo, por conducto del Ministerio de Economía, la adopción de normas formuladas de acuerdo con su Ley y sus reglamentos.
- Constituir, de acuerdo con los reglamentos respectivos, los comités técnicos necesarios para el estudio, elaboración y en su caso modificación de cada norma en particular.
- Vigilar la aplicación de las normas adoptadas.
- Establecer y mantener relaciones con las organizaciones internacionales y regionales de fijación de normas, especialmente las Centroamericanas y con las entidades creadas para el mismo objeto en otros países.
- Tener bajo su jurisdicción todos los demás asuntos relacionados con la fijación de normas en Guatemala.

## 1.10 Toma de muestras

La toma de muestras se puede efectuar de acuerdo a las siguiente condición: que entre el comprador o su representante autorizado y el productor o vendedor se deberá establecer un acuerdo mediante el cual se den plenas facilidades para llevar a cago la inspección y la toma de muestras en el lugar de fabricación, de todos aquellos lotes que están listos para ser despachados.

Las principales normas guatemaltecas obligatorias por las que se deben de regir los ensayos son las siguientes:

- CTT 7 *Ensayos de materiales*
- CTT 41 *Industrias de la construcción*
- NGO 7 001 *“tamices de ensayo y cubos metálicos o zarandas. Tamaño nominal de las aberturas”.*
- NGO 41 054 *“Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques. Especificaciones”.*
- NGO 41 055 *“Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques. Toma de muestras”*
- NGO 41 056 h1 *“Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques. Determinación de dimensiones, humedad y absorción de agua”.*
- NGO 41 056 h2 *“Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques. Determinación de la resistencia a la compresión”.*
- NGO 41 065 *“Agregados o áridos. Especificaciones de los agregados de baja densidad para hormigón (concreto) estructural”.*
- NGO 41 066 *“Agregados o áridos. Especificaciones de los agregados para morteros de albañilería”.*

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Necesidades de la empresa hacia el manejo del control de calidad**

En una organización, cada uno de sus miembros se dedica diariamente al desarrollo de funciones que le han sido encomendadas, convirtiéndose generalmente en rutinario y rara vez se detiene a preguntarse si esas actividades son las necesarias para que la organización logre su objetivo.

Cuando alguien trata de sacarlo de esta rutina y presentarle una visión mucho más global de la problemática de la organización piensa que ese es problema de otros y casi siempre pierde el enfoque de cual es el objetivo principal de la organización para la cual trabaja.

Tal vez ingreso a ella y todavía no lo tiene claro, y este es el primer punto que hay que tocar para saber en que beneficia el logro de los objetivos de la organización el implementar un sistema de control de la calidad.

Toda empresa de carácter privado ha sido creada por sus propietarios con el objetivo de obtener ingresos. Ingresos relacionados para el personal laboral de la organización, convertido en salarios y beneficios, mientras que las utilidades para los propietarios, tanto que si una empresa no es rentable o no genera utilidades deberá desaparecer, pues ¿Quién mantiene una empresa en estas condiciones?, nadie.

Los principales rasgos y características de las políticas organizacionales contemporáneas, dedicadas al mejoramiento y optimización del recurso humano, de materiales y herramientas y en general de todo lo involucrado en el proceso la fuerza laboral y su ambiente.

¿Como generamos ingresos en una organización?, en la venta de productos o prestando servicios (si fuese una empresa de servicios) eficientemente, claro está aplicable en ambos sectores.

Lo que deseamos entonces es la venta de nuestros productos, pero para que esto se pueda llevar a cabo los productos deben de llamar la atención de los clientes potenciales; el desarrollo de productos de calidad transformará a estos clientes potenciales en clientes reales, dado que estaremos satisfaciendo una necesidad evidente.

El producto que elaboramos debe de poseer características que coincidan directamente con los requisitos del cliente pues dependen directamente de sus necesidades y es al punto que deseamos llegar, a la completa satisfacción del cliente con productos de calidad.

Podríamos decir que la importancia de implementar un sistema de control de la calidad, radica en el hecho de que sirve de plataforma para desarrollar al interior de la organización, una serie de actividades, procesos y procedimientos, encaminados a lograr que las características del producto o del servicio cumplan con los requisitos del cliente.

En resumen, que sean de la mejor calidad, lo cual nos da mayores posibilidades de que sean adquiridos por este, logrando así el porcentaje de ventas planificado por la organización.

## **2.2 Generalidades y motivos por los cuales se manejan los manuales de control de calidad.**

Para aplicar desde el comienzo la garantía de calidad en la etapa de desarrollo de un producto, es preciso que todas las divisiones de la empresa y todos sus empleados participen en el control de calidad.

Cuando el control de calidad solo hace hincapié en la inspección, únicamente interviene una división, bien sea la división de inspección o la división de control de calidad, y ésta se limita a verificar en la puerta de salida para impedir que salgan productos defectuosos.

Sin embargo, si el programa de control de calidad hace hincapié en el proceso de fabricación, la participación se hace extensiva a las líneas de producción, a las líneas de compras, ingeniería del producto y mercado.

Enfatizando lo anterior, el control de la calidad debe de ser a escala de toda la empresa. Esto significa que quienes intervienen en planificación, diseño e investigación de nuevos productos, así como quienes están en la división de fabricación y en las divisiones de contabilidad, personal y en recursos humanos, tienen que participar, sin excepción.

En la fabricación de productos de alta calidad con garantía plena de calidad, no hay que olvidar el papel fundamental de los trabajadores. Los trabajadores son los que producen, y si ellos no lo hacen bien el control de calidad no podrá progresar y estaremos.

Principal motivo por el cual la educación de los trabajadores en materia de control de calidad es sumamente importante.

La mayoría de los supervisores no están acostumbrados a estudiar, más aún en la situación educacional con la que cuenta nuestro país. Aunque lleváramos a cabo un tiraje de una revista para ellos, no tenemos ninguna garantía de que la lean.

Las generalidades esenciales serán:

- Control de calidad en toda la empresa; participación de todos los miembros de la organización
- Educación y capacitación en control de calidad
- Actividades de círculos de control de calidad
- Auditoria de control de calidad
- Utilización de métodos estadísticos

### **2.3 Bases, formas y formularios de control con los que cuenta el laboratorio de control de la empresa**

Desde sus inicios la empresa desarrolló hojas de análisis y documentación de diferencias en muestras de lotes y en eventos extraordinarios; en dichas hojas se anotaban solo puntos y características relevantes en una simple inspección visual en la que generalmente no se elaboran los estudios de cualidades de los materiales utilizados.

Este método ocasiona que se afecte la calidad de los productos terminados al utilizar materiales diferentes a los necesitados en las formulas de preparado y no contener el debido nivel de calidad para la aceptación final de lo fabricado en la planta de elaboración.

Los principales eventos que se anotan en estas hojas de control se detallarán en capítulos posteriores, donde primordialmente caracterizada existe una incerteza debido a la que no se exige la anotación de cualidades en especial, al contrario, en estas se anotan características eventuales que se puedan llegar a ocurrir y que se logren diferenciar visualmente, de forma empírica y sin bases fundamentadas en un control específico.

La falta de regulación en estas hojas de control, instauradas en el comienzo de la colocación de la maquinaria, sólo fue requerida por los primeros técnicos y operarios, los cuales no contaban con la información necesaria de lo que en realidad se requería para contar con productos de calidad. Medida por la cual se elaborarán nuevas hojas de registro para que el departamento de laboratorio cuente con datos reales para inspecciones futuras y que el gerente de planta desarrolle recomendaciones a partir de datos concluyentes.

#### **2.4 Medidas de seguridad establecidas para el control de calidad**

En la empresa existen lugares donde la ropa de seguridad debe de ser obligatoria, pero debido a que son diferentes estaciones de trabajo, no todas tienen las mismas tareas por lo tanto son diferentes los accesorios de seguridad requeridos para estas tareas.

A continuación se detallan los accesorios y ropa de seguridad, necesarios para el resguardo de los trabajadores, debido al tipo de trabajo efectuado en la empresa, es necesaria indumentaria especial (figura 5, página siguiente), que resguarde y evite lesiones y accidentes, y prevenga de los accidentes laborales comúnmente desarrollados por la falta de códigos y sistemas de seguridad.

**Figura 5. Uso obligatorio de equipo de protección personal**



### **2.4.1 Casco de seguridad**

La cabeza es la parte más importante del cuerpo. Con ella se piensa, se siente, se habla, se huele y se escucha. Por lo tanto, tiene sentido protegerse la cabeza contra cualquier lesión. La primera línea de defensa contra las lesiones a la cabeza en el lugar de trabajo es el uso del casco de seguridad.

El casco protege la cabeza especialmente del peligro en la caída de objetos y resguarda contra golpes accidentales. El casco reduce la intensidad de cualquier golpe a la cabeza. Resiste y desvía el golpe y distribuye el impacto sobre un área mayor.

La suspensión interna del casco actúa como amortiguador. Aún en el caso de que el casco se quiebre o se abolle, absorbe parte de la fuerza del impacto, transmitiéndole menos a la cabeza.

Al mismo tiempo, el casco de seguridad puede resguardar el cuero cabelludo, la cara, el cuello y los hombros contra derrames o salpicaduras.

La habilidad del casco de proteger al trabajador depende del espacio para absorber impactos que la suspensión mantiene entre la coraza exterior y la cabeza. Por lo tanto, es importante que la banda y las correas de la suspensión estén ajustadas debidamente para obtener la máxima protección.

Se pueden usar colores para identificar diferentes oficios y al personal de supervisión, y se debe tener en cuenta al efectuar la compra de dichos equipos. Todos los niveles de supervisión deben dar el buen ejemplo usando los cascos de seguridad. Cumplir con los avisos de “Área de casco de seguridad” en los lugares de trabajo (figura 6).

**Figura 6. Uso obligatorio del casco de seguridad**



## 2.4.2 Faja para la espalda

La faja para la espalda, también llamado "*soporte de espalda*" o "*cinturones abdominales*" se utilizó originalmente en terapia de rehabilitación médica, también fueron usados por atletas en el levantamiento de pesas.

Recientemente, la "faja de espalda industrial" se ha vuelto popular. Este es un cinturón elástico, ligero que se coloca alrededor de la parte baja de la espalda la cual se sostiene en su lugar con suspensores.

Una faja para la espalda es un dispositivo utilizado, en teoría, para reducir la fuerza sobre la columna, aumentar la presión intra-abdominal, rigidez de la columna y reducir cargas durante el levantamiento. También se advierte que al utilizar una faja para la espalda, el trabajador deberá evitar posiciones incómodas y cargas pesadas, reducir movimientos de inclinación y al final, reducir las lesiones en ciertos lugares de trabajo (figura 7).

**Figura 7. Uso obligatorio de faja para la espalda**



Generalmente el personal que trabaja en situaciones de levantamiento de cargas y objetos, debe de contar con una faja. Esto sería parte de una política de salud y seguridad ocupacional, la instauración de sanciones por la falta de seguridad, el fin es la reducción de lesiones laborales q a su vez reducirá costos ocultos en el ejercicio de la planta.

### **2.4.3 Guantes de seguridad**

Los guantes de seguridad son excelentes para mantener a las manos libres de golpes, cortes y del contacto con materiales que puedan causar daño al contacto con ello. En tareas donde se levante material con superficies cortantes y ásperas, es necesario el tener puestos dichos accesorios.

A todo el personal de la empresa se debe de exigir mantener cerca guantes de seguridad durante todo el tiempo, en el manejo de materiales y productos producidos, esto conlleva a la necesidad de usarlos (figura 8).

**Figura 8. Uso obligatorio de guantes de seguridad**



#### 2.4.4 Botas o calzado de seguridad

Este tipo de calzado es fundamental en todas las tareas y labores de la empresa, mantiene resguardados los pies de lesiones ocasionadas por objetos que caen, por golpes durante movimientos, y para cualquier eventualidad durante el trabajo.

Los pies son de claro uso en la realización y elaboración de tareas y trabajos en el trabajo, y se encuentran expuestos en toda ocasión a traumas.

La mayor actividad de la planta es el manejo, envío y distribución de materiales que fácilmente se pueden soltar de las manos y ocasionar las lesiones ocupacionales, para esto la colocación de avisos y señales que recuerden el uso del calzado de seguridad (figura 9) en el comienzo de sus actividades diarias

**Figura 9. Uso obligatorio de calzado de seguridad**



### 2.4.5 Gafas de protección ocular

En toda la empresa se manejan residuos de la trituración de roca dichos sean polvo y piedra. Estos materiales al contacto con los ojos pueden llegar a ocasionar serias lesiones que podemos evitar. Las gafas de protección ocular protegen de esos materiales que se encuentran en el ambiente y en las estaciones de trabajo de la empresa (figura 10).

**Figura 10. Uso obligatorio de protección ocular**



El departamento de laboratorio maneja material fino (polvo) que es riesgo para la salud ocular, dado que su libre propagación facilita que dicho material ingrese en el tejido ocular si no se tapa de forma adecuada.

Durante el manejo de este tipo de material, es esencial que el personal cuente con la protección ocular que evitara que estos materiales ingresen accidentalmente a los ojos.

## 2.4.6 Protección auditiva

La alta exposición por tiempos prolongados a sonidos de alta intensidad ocasiona lesiones en el sistema auditivo, es por esto que debemos de reducir esta exposición para no terminar con poca captación auditiva.

La función de tampones u orejeras es el de evitar que la frecuencia del sonido de alta intensidad ingrese en gran cantidad hacia los receptores en los oídos reduciendo así las molestias ocasionadas por estos ruidos.

La comodidad en el uso de estos accesorios se refleja en la necesidad única de evitar enfermedades laborales por la exposición a estos ambientes donde se generan ruidos exhaustivos (figura 11).

**Figura 11. Uso obligatorio de protección auditiva**



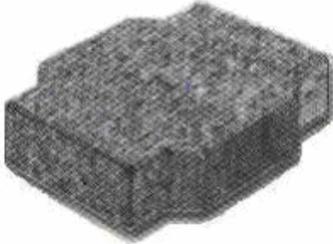
## 2.5 Productos que proporciona la empresa

La empresa cuenta con diversidad de productos útiles para la construcción tanto de viviendas al formar las paredes perimetrales como de caminos o carreteras, entre los cuales se encuentran detallados a continuación.

### 2.5.1 Pavimentadores

Denominados comúnmente adoquines, estos pavimentadores cumplen con la función de servir de suelo en caminos, calles o vías y que sirven a su vez como ornamentación.

**Tabla III. Dimensiones y resistencias adoquín tipo cruz**

<b>Adoquín cruz</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	25 cm.
	Ancho	22 cm.
	Alto	10 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	160 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	210 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla IV. Dimensiones y resistencias adoquín tipo rectangular**

<b>Adoquín rectangular</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	20 cm.
	Ancho	10 cm.
	Alto	08 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	160 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	210 Kg. / cm <sup>2</sup>	

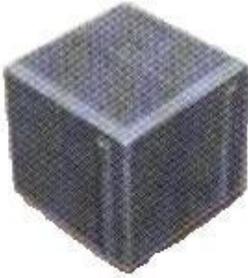
Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla V. Dimensiones y resistencias adoquín tipo zig-zag**

<b>Adoquín zig-zag</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	24.5 cm.
	Ancho	11 cm.
	Alto	08 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	160 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	210 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla VI. Dimensiones y resistencias adoquín tipo cuadrado**

<b>Adoquín cuadrado</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	10 cm.
	Ancho	10 cm.
	Alto	08 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	160 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	210 Kg. / cm <sup>2</sup>	

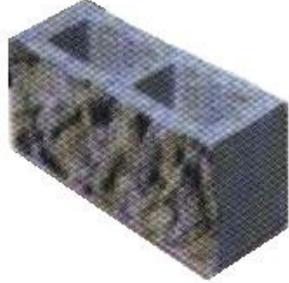
Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

### 2.5.2 Rustiblock

Tipo de block de resistencia utilizado en la fabricación de paredes con un fin estético y ornamental, aunque de igual forma cumplen con la función de resistencia a las cargas.

Cumple la misma función del block estándar, fabricado con los mismos agregados y materiales, aunque en la formula difieren, y en el proceso de elaboración pues cuenta con otro paso mas de elaboración, en general se desarrolla de la misma forma y puede ser desarrollado en diferentes tonalidades para evitar algún tipo de recubrimiento extra.

**Tabla VII. Dimensiones y resistencias block rústico estándar**

<b>Block rústico - estándar</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	14 cm. y 19cm
	Alto	19 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	50 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	70 Kg. / cm <sup>2</sup>	

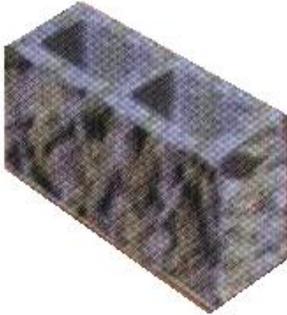
Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla VIII. Dimensiones block rústico mitad**

<b>Rústico – mitad</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	14 cm.
	Ancho	14 cm. y 19cm
	Alto	19 cm.

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla IX. Dimensiones y resistencias block esquina rústica**

<b>Esquina rústica</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	14 cm. y 19cm
	Alto	19 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	50 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	70 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

### 2.5.3 Block

Elemento de construcción que cumple con las actuales necesidades de elaboración de paredes o separaciones entre varios ambientes, se utiliza en la elaboración y levantado de paredes y edificaciones conjuntamente con elementos como el concreto, la cal y diferentes accesorios que hacen de la edificación actual una de las herramientas habitacionales del ser humano.

Este elemento ha venido en gran desarrollo y evolución y finalmente son los denominados para la empresa, solera y tabique.

**Tabla X. Dimensiones block solera**

<b>Block solera</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	14 cm. y 19cm
	Alto	19 cm.

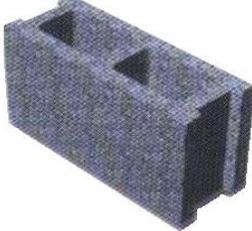
Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla XI. Dimensiones y resistencias block tabique**

<b>Block tabique</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	9cm
	Alto	19 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	35 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	50 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla XII. Dimensiones y resistencias block**

<b>Block</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	14 cm. y 19cm
	Alto	19 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	25 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	35 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	50 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	70 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla XIII. Dimensiones y resistencias block mitad**

<b>Block mitad</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39 cm.
	Ancho	14 cm. y 19 cm.
	Alto	19 cm.
	<b>Resistencias</b>	
	35 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	50 Kg. / cm <sup>2</sup>	
	70 Kg. / cm <sup>2</sup>	

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

**Tabla XIV. Dimensiones fachaleta rústica**

<b>Fachaleta-rustica</b>		
	<b>Dimensiones</b>	
	Largo	39cm.
	Ancho	4.5cm.
	Alto	19cm.

Fuente: Inmobiliaria La Roca S.A.

## **2.6 Diagramas de operaciones de los procesos que se realizan en la empresa**

A continuación se detallan los procesos de las operaciones por las que transcurre la labor de la empresa, de los productos desde su inicio hasta el producto terminado.

### **2.6.1 Definiciones**

Los diagramas de operaciones y de flujo de operaciones son vitales para la realizar la descripción clara y en orden lógico de la fabricación de productos de la empresa y radica su importancia principalmente tener datos de operaciones de movimientos y de los procedimientos de elaboración de productos y materiales.

### **2.6.1.1 Diagrama de operaciones de proceso**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal.

### **2.6.1.2 Diagrama de flujo de operaciones de proceso**

Contiene muchos mas detalles que el diagrama de operaciones. Se aplica a un componente de ensamble o sistemas para lograr la mayor economía en la fabricación o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos, es útil para poner de manifiesto costos ocultos, retrasos, distancias y almacenamientos temporales.

Con los datos que las operaciones de los diagramas arrojen, se pueden calcular tiempos innecesarios y eliminarlos, calcular productividades y distancias, analizando cada estación que estos recorridos marquen.

### **2.6.1.3 Operación**

Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto. Cuando se realiza un trabajo donde se lleve a cabo cambios en la forma, características o cualidades de lo que se este trabajando, del cambio o de ensambles necesarios durante el proceso.

#### 2.6.1.4 Inspección

Cuando se necesita de revisión, análisis o supervisión del proceso en alguna estación durante el proceso.

#### 2.6.1.5 Transporte

Movimiento de un lugar a otro o traslado de un objeto cuando no forma parte del curso normal de una operación o de inspección.

#### 2.6.1.6 Demora

Cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo.

#### 2.6.1.7 Almacenamiento

Cuando una pieza se retira o protege contra un traslado no autorizado, en donde generalmente se mantiene resguardado.

**Figura 12. Símbolos de diagramas de procesos**

Operación		Transporte	
Inspección		Demora	
Combinada		Almacenaje	

Fuente: Nomenclatura de diagramas de proceso

## 2.6.2 Diagramas de proceso producción de agregados

En el área de producción de agregados es en la que se inicia el proceso de producción de todos los productos que en la empresa se elaboran, aquí llega todo el producto en bruto (roca) y se inicia la pulverización (figura 13), de su estructura inicial con el fin de disminuirla para que el manejo y uso.

**Figura 13. Pulverización de agregados**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

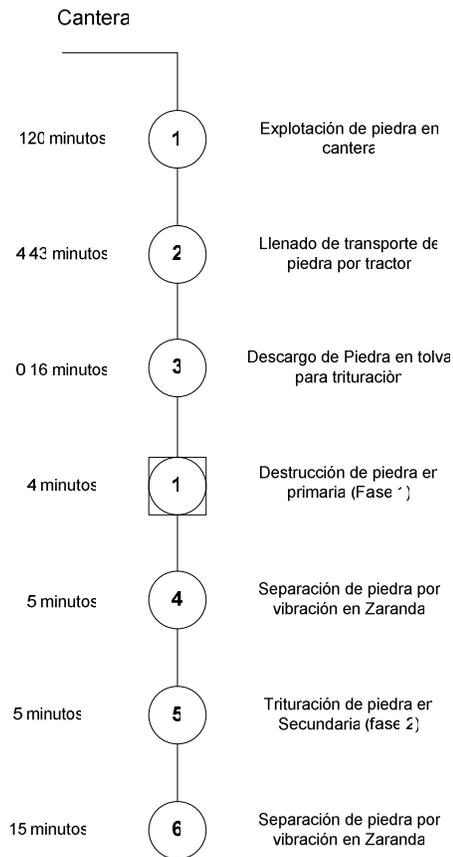
**Figura 14. Transporte y separación de tamaños de agregados**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 15. Diagrama de proceso agregado despolve de piedra caliza**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.      Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Producto: **Agregado despolve de piedra caliza**      Método: Actual  
 Diagrama: Diagrama de Proceso      Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Departamento: Producción      Página: 1 / 1  
 Inicio: Cantera      Finaliza: Área de almacenamiento temporal



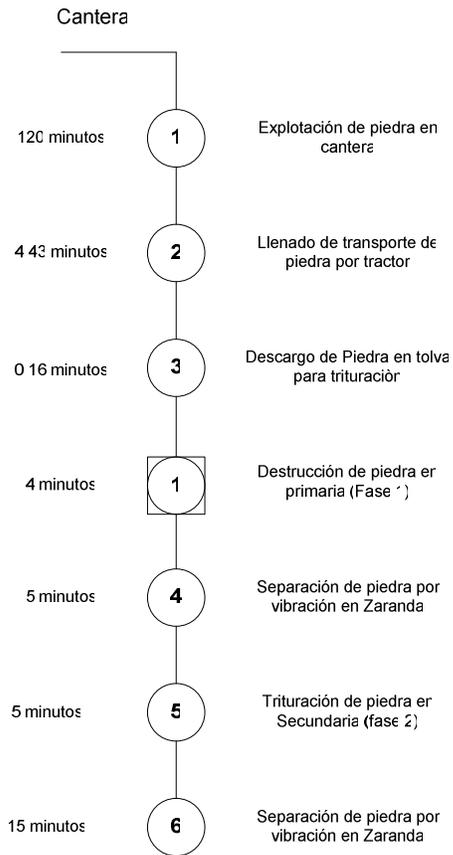
RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	6	149 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	<b>total</b>		<b>153 59</b>	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 16. Diagrama de proceso agregado 1/2" de piedra caliza**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.  
 Producto: **Agregado 1/2" de piedra caliza**  
 Diagrama: Diagrama de Proceso  
 Departamento: Producción  
 Inicio: Cantera

Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Método: Actual  
 Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Página: 1 / 1  
 Finaliza: Área de almacenamiento temporal



RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	6	149 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	total		153 59	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

### 2.6.3 Área venta

El área de venta es donde se almacena generalmente todo el producto. Existen espacios ubicados de forma empírica, sin ninguna clase de estudios en los cuales se deposita el material en conos ascendentes de los cuales en posteriores momentos y cuando se requiera, se puede extraer el material con maquinaria especial.

Este tipo de maquinaria es de uso industrial, pues maneja enormes volúmenes y pesos, que de no ser por este tipo de vehículos no se podría movilizar ni despachar las cantidades requeridas en cortos tiempos.

El uso de maquinaria de este tipo, reduce el tiempo de carga y descarga de unidades y camiones transportadores de material. También disminuye el requerimiento de personal que se encargue de carga y descarga del material.

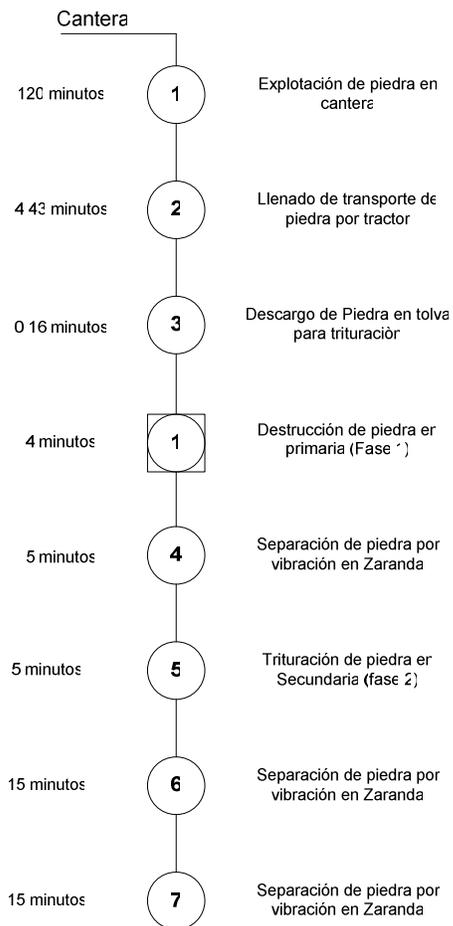
**Figura 17. Almacenaje de dolomita**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 18. Diagrama de proceso agregado polvo de piedra caliza (área venta)**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.                      Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Producto: **Agregado polvo de piedra caliza**                      Método: Actual  
 Diagrama: Diagrama de Proceso                      Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Departamento: Producción                      Página: 1 / 1  
 Inicio: Cantera                      Finaliza: Área de almacenamiento temporal



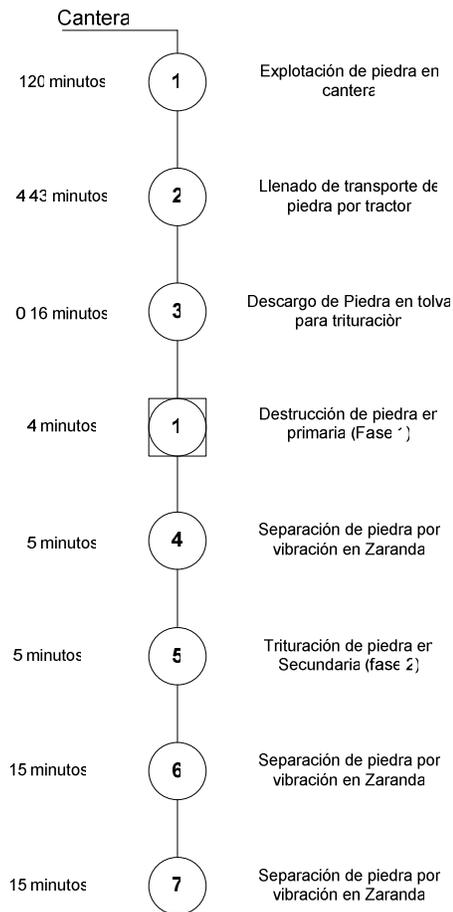
RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	7	164 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	<b>total</b>		<b>168 59</b>	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 19. Diagrama de proceso agregado 3/8" de piedra caliza (área venta)**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.  
 Producto: **Agregado 3/8" de piedra caliza**  
 Diagrama: Diagrama de Proceso  
 Departamento: Producción  
 Inicio: Cantera

Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Método: Actual  
 Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Página: 1 / 1  
 Finaliza: Área de almacenamiento temporal

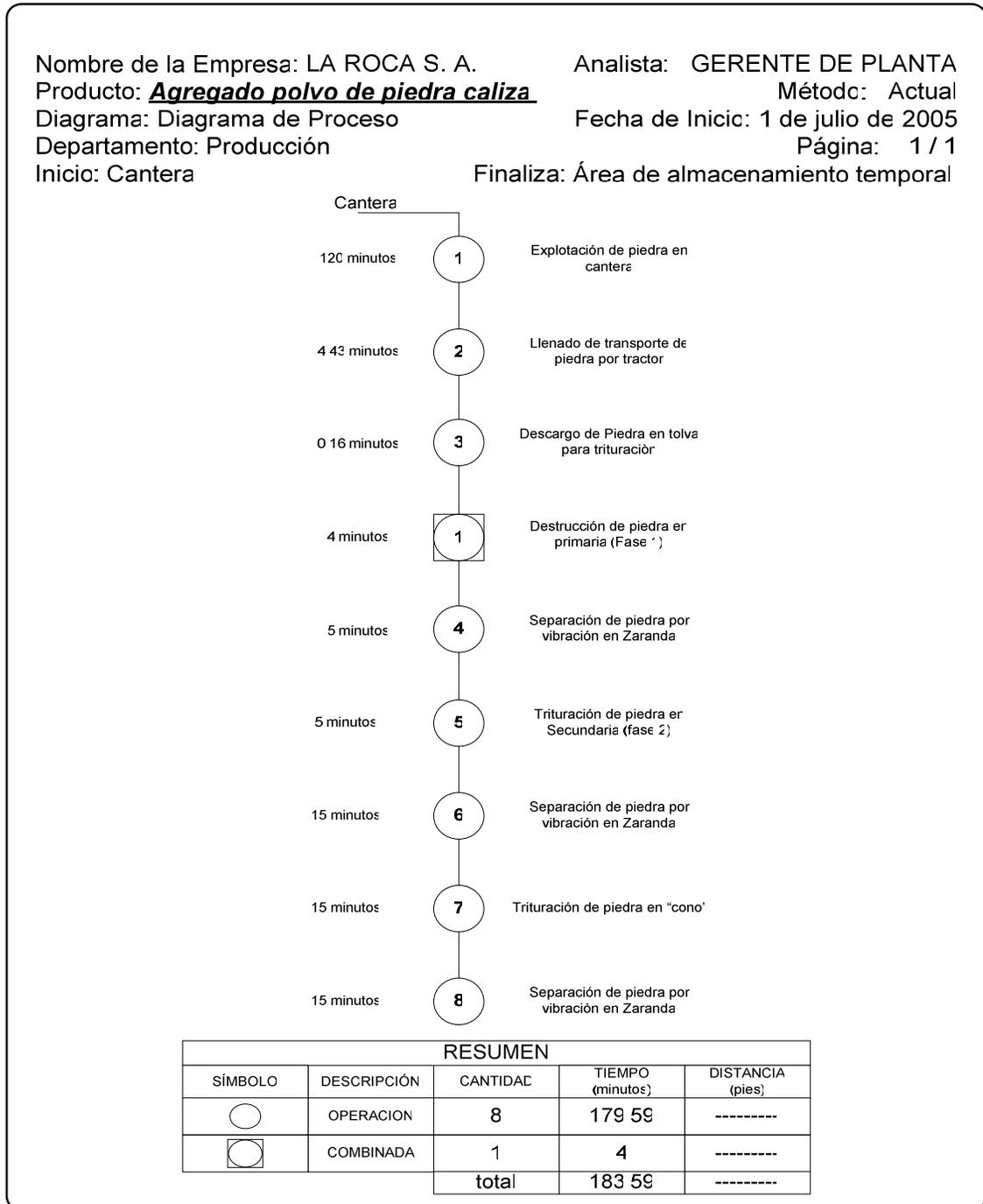


RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	7	164 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	total		168 59	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

## 2.6.4 Área bloquera

Figura 20. Diagrama de proceso de polvo de piedra caliza (área bloquera)



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 21. Diagrama de proceso de agregado 3/16" de piedra caliza (área bloquera)**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.

Analista: GERENTE DE PLANTA

Producto: **Agregado 3/16" de piedra caliza**

Método: Actual

Diagrama: Diagrama de Proceso

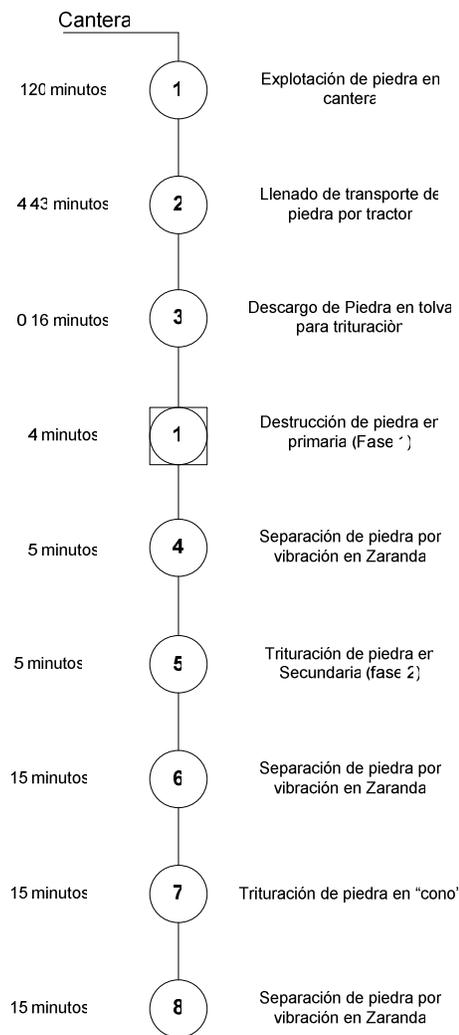
Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005

Departamento: Producción

Página: 1 / 1

Inicio: Cantera

Finaliza: Área de almacenamiento temporal



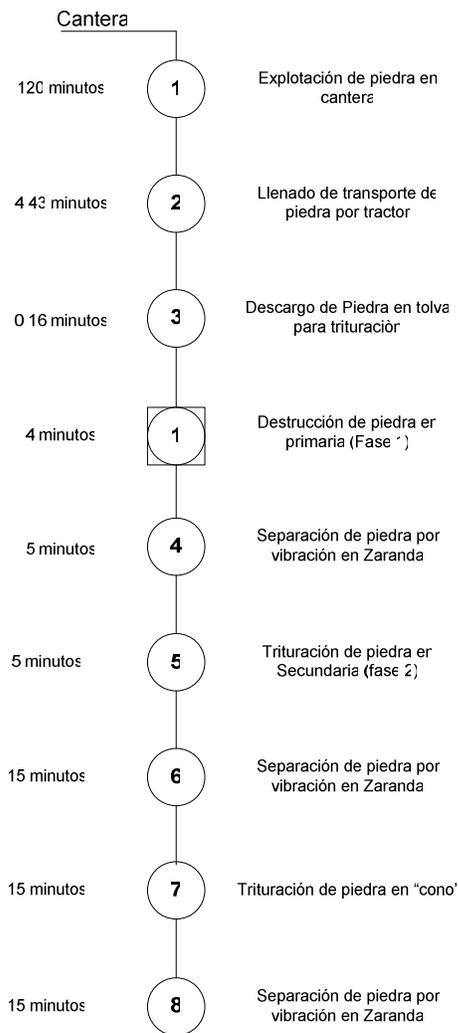
RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	8	179 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	<b>total</b>		<b>183 59</b>	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 22. Diagrama de proceso de agregado 1/8" de piedra caliza (área bloquera)**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.  
 Producto: Agregado 1/8" de piedra caliza  
 Diagrama: Diagrama de Proceso  
 Departamento: Producción  
 Inicio: Cantera

Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Método: Actual  
 Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Página: 1 / 1  
 Finaliza: Área de almacenamiento temporal



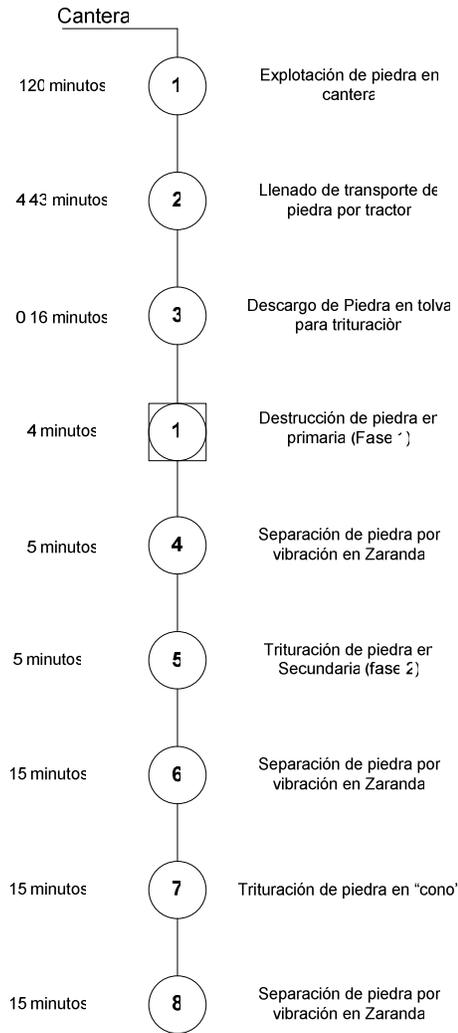
RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	8	179 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
		total	183 59	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

**Figura 23. Diagrama de agregado 3/8" de piedra caliza (área bloquera)**

Nombre de la Empresa: LA ROCA S. A.  
 Producto: **Agregado 3/8" de piedra caliza**  
 Diagrama: Diagrama de Proceso  
 Departamento: Producción  
 Inicio: Cantera

Analista: GERENTE DE PLANTA  
 Método: Actual  
 Fecha de Inicio: 1 de julio de 2005  
 Página: 1 / 1  
 Finaliza: Área de almacenamiento temporal



RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (pies)
○	OPERACION	8	179 59	-----
◻	COMBINADA	1	4	-----
	<b>total</b>		<b>183 59</b>	-----

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

## **2.7 Funciones del personal**

La descripción de las funciones para el personal contribuye al mejoramiento en cuanto al desarrollo laboral y de habilidades propias en las estaciones de trabajo de la planta de producción.

Una correcta determinación de las funciones reduce la pérdida de tiempo en tareas innecesarias, movimientos y labores desarrolladas por los trabajadores; a la vez que mejora el control por parte del o los encargados del manejo del personal.

### **2.7.1 Personal de laboratorio**

El personal de laboratorio tiene como ubicación de trabajo el cuarto de control de calidad. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el gerente de producción.

#### **2.7.1.1 Análisis de materia prima**

El personal de laboratorio tiene la función de analizar la materia prima que se origina en la empresa, realizando los respectivos ensayos en el laboratorio, utilizando los instrumentos y herramientas existentes siguiendo los pasos para la elaboración de ensayos y anotando debidamente los datos resultantes durante este proceso, estos datos se llenan en el formulario FLAB-CG (figura 24, página 54), que luego de llenarlo se presenta a el encargado de la planta.

Figura 24. Formulario FLAB-CG

	<b>CONTROL DE GRANULOMETRIAS TRITURADORA FLAB-CG</b>	FECHA: _____						
<b>Muestra:</b>								
<b>Shuffle:</b>								
<b>TAMIZ</b>	<b>PESO EN KILOGRAMOS</b>							
1 1/2"								
1"								
3/4"								
1/2"								
3/8"								
4								
8								
16								
30								
50								
100								
Fondo								
<b>TOTAL</b>								

<b>DOMOLITA</b>		<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____
<b>PASADA</b>		
% H.		
20		
60		

100	
Fondo	
<b>TOTAL</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.7.1.2 Análisis de producto terminado

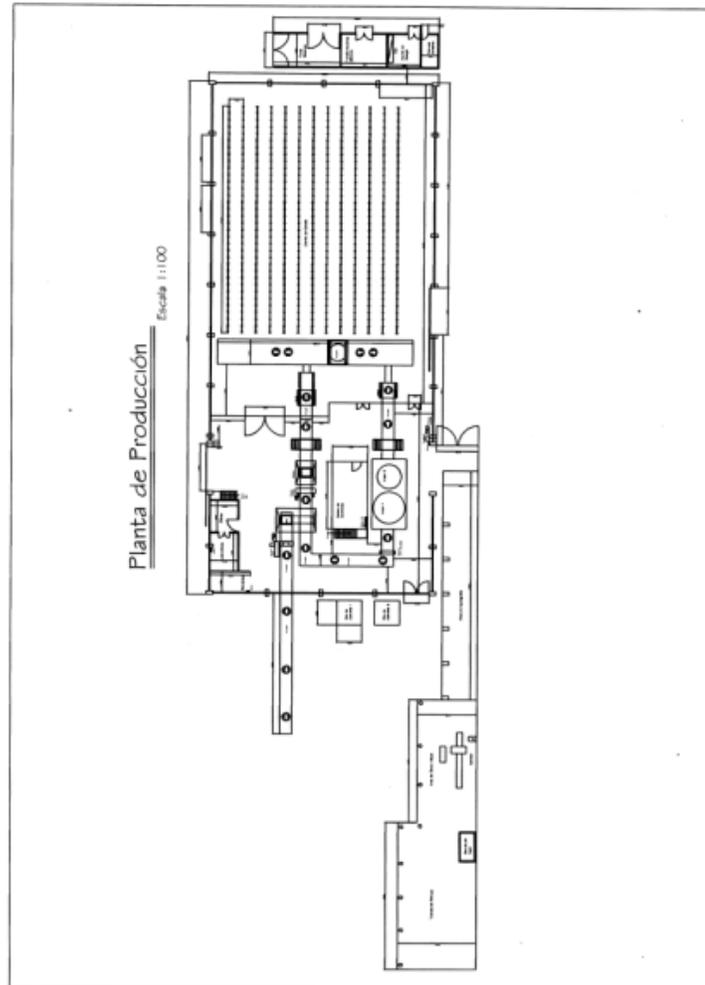
El personal de Laboratorio tiene la función de analizar el producto terminado que resulte del proceso de elaboración de la planta, realizando los respectivos ensayos en el laboratorio, utilizando los instrumentos y herramientas existentes siguiendo los pasos para la elaboración de ensayos y anotando debidamente los datos resultantes durante este proceso.

Estos datos se llenan en el formulario FLAB-RP (figura 25, página 55), que luego de llenarlo presenta al encargado de la planta de producción.





**Figura 27. Esquema planta de producción**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

#### **2.7.1.4 Orden, limpieza y seguridad**

El personal de laboratorio se encuentra en la obligación de mantener la seguridad utilizando indumentaria y equipo que sea necesario para el cuidado integro de su persona físicamente, dado que se maneja material que puede ocasionar lesiones.

Para evitar accidentes, el personal debe de procurar por el orden de su lugar de trabajo, no dejando herramientas ni material de ensayo tirado para que no sea un riesgo de accidente.

Se enfatiza la limpieza intensiva del lugar de trabajo dado que por los tipos de ensayos a los materiales, se produce desecho que ocasiona suciedad, encontrando visualmente incomodo para una presentación única del laboratorio.

## **2.7.2 Operadores de planta**

El personal operador de planta tiene como ubicación de trabajo el cuarto de manejo de la máquina de producción. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el gerente de producción.

### **2.7.2.1 Mantenimiento**

El Operador tiene como función tener control de los mantenimientos preventivos, rutinarios y correctivos, manteniendo máquina en óptimas condiciones para un correcto funcionamiento y para que la producción se mantenga en optima calidad.

Los eventos del proceso de mantenimiento deben de anotarse en las formas RDP (figura 28, página 59) y RDF (figura 29, pagina 59) que se mantendrá archivada en oficina de máquina para cualquier revisión por parte del operador, a la vez que se adjunta copia a la gerencia de planta, para control de operaciones de mantenimiento. Observar desperfectos en el entorno del puesto de trabajo y reportarlo al operario de la máquina de producción para su arreglo respectivo.



### **2.7.2.2 Orden, limpieza y seguridad**

El operario de máquina se encuentra en la obligación de mantener la seguridad utilizando indumentaria y equipo que sea necesario para el cuidado íntegro de su persona físicamente.

Al momento de realizar controles de la maquinaria de la planta, debe de procurar por el orden de su lugar de trabajo, no dejando herramientas ni material tirado para que no sea un riesgo de accidente, enfatizando en una limpieza intensiva del lugar de trabajo para evitar el deterioro de la maquinaria que controla la producción.

Seguridad para los chequeos del cuarto de curado, teniendo en cuenta que es un lugar de riesgo si no se usa equipo de protección. La protección en esta ubicación es necesaria dado a la existencia de una maquina robotizada que coloca el producto en los estantes de almacenaje, pero cabe la posibilidad de algún desperfecto que pueda poner en riesgo la integridad en cierto momento del personal presente.

### **2.7.2.3 Reportes de producción**

El operario de la máquina tiene la función de reportar las producciones, y salidas a patio esto llenando el formulario RDP, con el fin de llevar un control rutinario de que produce, como, cuando y la calidad de la producción realizada, manteniendo una copia del formulario RDP y archivarlo en la oficina para controles y revisiones posteriores, entregando otra copia a gerencia de planta para el uso que esta hiciese y entregando una copia final a oficina.

#### **2.7.2.4 Manejo de personal**

Coordinar al personal que tenga a su cargo en turno, indicando al personal las tareas y labores específicas que debe de realizar, esto con el debido comportamiento y responsabilidad, manteniendo el orden dentro de la planta.

#### **2.7.2.5 Solicitud de repuestos**

El operario debe de solicitar repuestos que necesite para el mantenimiento y reparación de maquinaria de la planta, con el fin de mantener un control y poder registrar con exactitud la cantidad, las especificaciones y las fechas solicitadas.

### **2.7.3 Controlador lado húmedo**

El personal que controle el lado húmedo tiene como ubicación una estación de trabajo que es parte de la máquina de producción. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el operador de planta aunque a su vez del gerente de producción.

#### **2.7.3.1 Control de calidad**

El operario encargado de controlar en la estación de lado húmedo tiene como función el observar la calidad del producto que sale de la máquina de producción chequeando que el producto se encuentre en las condiciones óptimas. Realizar mediciones del producto, verificando se encuentren en los rangos de medidas establecidas, marcando el producto como le indique el operador de la máquina de producción.

Reportar anomalías que encuentre en el producto, dando aviso a los operadores de la máquina de producción para que realicen la acción de verificación de la producción y si los problemas o anomalías persistieran informar al departamento de laboratorio o gerencia de planta.

### **2.7.3.2 Orden, limpieza y seguridad**

El encargado del control de lado húmedo debe mantener la seguridad utilizando indumentaria y equipo necesario para el cuidado integro de su persona físicamente a la hora de realizar controles en su estación de trabajo. Mantener orden en el lugar, no dejando herramientas y enfatizando en una limpieza intensiva del lugar de trabajo.

### **2.7.3.3 Apoyo**

El encargado del control de lado húmedo debe de encontrarse siempre en la disponibilidad de apoyar al momento que el encargado de la máquina de producción lo solicite, manteniendo atención en las solicitudes, debiendo mantener orden en su estación e informar el estado en el que se encuentra.

### **2.7.4 Controlador de lado seco**

El personal que controle el lado seco se ubica en una estación de trabajo de la máquina de producción. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el operador de planta aunque a su vez del gerente de producción.

#### **2.7.4.1 Control de calidad**

El operario encargado de controlar en la estación de lado seco es el encargado de observar la calidad del producto que esté saliendo del cuarto de curado, reportando anomalías a los operadores de la máquina de producción.

Debe de retirar todo el producto que se encuentre con algún desperfecto físico en la faja de salida de producto, trasladando este producto de primera a segunda calidad o si se encontrase en estado muy defectuoso colocándolo como desperdicio en la batea.

Las tareas de desechar el producto, se debe elaborar un reporte con cantidades totales respectivas, entregándolo a los operadores de la máquina de producción para llevar un control de los cambios de calidad de los productos.

Observar si existen desperfectos en el entorno de su estación de trabajo y reportarlo al operario de la máquina de producción para su arreglo respectivo, todo esto con énfasis en el cuarto de curado y la estación misma de lado seco. Revisar las medidas del producto que sale, marcando el producto si es necesario, posteriormente notificar al operario de la máquina de producción.

#### **2.7.4.2 Orden, limpieza y seguridad**

El operario encargado de la estación de lado seco se encuentra en la obligación de mantener la seguridad utilizando indumentaria y equipo que sea necesario para el cuidado integro de su persona físicamente a la hora de realizar controles en su estación de trabajo, procurar el orden, no dejando herramientas y enfatizando en una limpieza intensiva del lugar de trabajo.

### **2.7.4.3 Apoyo**

El operario encargado del lado seco debe de estar en disponibilidad para apoyar al encargado de la máquina de producción cuando lo solicite, manteniendo especial atención en sus solicitudes y claro está debiendo mantener orden en su estación e informar el estado en el que se encuentra.

### **2.7.5 Colocador de tarimas**

El personal que coloque tarimas tiene como ubicación una estación de trabajo, parte de la máquina de producción. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el operador de planta aunque a su vez del gerente de producción.

#### **2.7.5.1 Control de calidad**

El operario encargado en la estación de colocación de tarimas debe de colocarlas en correcta posición para el almacenamiento del producto, revisando y seleccionando las tarimas en mejores condiciones para no tener problemas en la colocación de los bloques, y mandar a reparación las que no se encuentren en condiciones para uso o que tengan algún desperfecto que pueda ocasionar algún problema en su posterior manejo del producto.

Verificar si el producto se desarrolla adecuadamente durante la conformación de los cubos para almacenaje, reportar si existe algún problema en la faja o cualquier tipo de anomalía en el entorno de su puesto de trabajo. Avisar cuando sea necesario el cambio en las bobinas de fleje por término de las mismas o por alguna clase de desperfecto.

### **2.7.5.2 Orden, limpieza y seguridad**

El encargado de la colocación de tarimas se encuentra en obligación de mantener la seguridad física, utilizando indumentaria y equipo que sea necesario para el cuidado integro de su persona a la hora de realizar controles en su estación de trabajo. Mantener orden en el lugar, enfatizando una limpieza intensiva del lugar de trabajo.

### **2.7.5.3 Apoyo**

El operario encargado en la estación de colocación de tarimas debe de encontrarse en la disponibilidad de apoyar al encargado de operar la máquina cuando lo solicite, manteniendo especial atención en sus solicitudes debiendo mantener orden en su estación e informar el estado en el que se encuentra.

## **2.7.6 Encargado de silos**

El personal encargado de los silos tiene como ubicación la entrada y almacenaje de material. Tiene funciones y tareas asignadas directamente por el operador de planta aunque a su vez del gerente de producción.

### **2.7.6.1 Control**

El encargado de los silos esta en la obligación de mantener el material correspondiente dentro del silo respectivo, observando el material e indicando si existen cambios en su calidad, esto verificando la tonalidad y forma del material a revolver (material almacenado y nuevo material por depositar).

Extraer muestras de material contenido en el lugar de almacenaje y en patio, según se le indique el personal de laboratorio dependiendo del tipo de análisis posterior a elaborar en dicho material.

Informar la existencia de problemas o anomalías de la calidad de trabajo de los cargadores y camioneros (transportistas encargados de entregar los pedidos de material y productos) a la hora de pedir materiales, dado al manejo de maquinaria y equipo de considerable tamaño que pueda poner en riesgo la integridad física del personal cercano al área de carga.

#### **2.7.6.2 Orden, limpieza y seguridad**

El operario encargado los silos se encuentra en la obligación de mantener la seguridad utilizando indumentaria y equipo que sea necesario para el cuidado integro de su persona físicamente, a la hora de realizar controles en su estación de trabajo. Procurar mantener orden en el lugar, no dejando herramientas que ocasionen riesgo en su estación de trabajo.

#### **2.7.6.3 Apoyo**

El operario encargado de silos debe de encontrarse en la disponibilidad de aportar apoyo laboral al momento que el personal de laboratorio se lo solicite, manteniendo especial atención en sus solicitudes y claro está debiendo mantener orden en su estación e informar el estado en el que se encuentra.

## **3. MANUALES DE CONTROL**

### **3.1 Ensayo humedad**

Ensayo desarrollado para examinar la humedad contenida en el material analizado detallado a continuación:

#### **3.1.1 Introducción**

En los agregados existen poros, los cuales encuentran en la intemperie y pueden estar llenos de agua, estos poseen un grado de humedad, el cual es de gran importancia ya que con él se puede saber si nos aporta agua a la mezcla.

En el laboratorio se utilizan material o agregados que están parcialmente secos (al aire libre) para la determinación del contenido de humedad total de dichos materiales.

El método consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total.

Este método de ensayo de humedad es lo suficientemente exacto para los fines usuales, tales como el ajuste de la masa en una mezcla de hormigón.

### **3.1.2 Objetivos**

#### **3.1.2.1 General**

Establecer el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado fino por medio del secado.

#### **3.1.2.2 Específicos**

- Determinar el contenido de la humedad total para asegurar la calidad y uniformidad dadas al producir la mezcla de concreto.
- Conocer el uso del calor, como el medio más apropiado para hacer la extracción de la humedad en agregados.
- Saber sobre la relación que existe entre la humedad total, la humedad superficial y la absorción.

### **3.1.3 Material y equipos**

- Balanza. Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo a 0,05 kg.
- Horno. Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente. Se utiliza para introducir la muestra en el horno.

### **3.1.4 Base teórica**

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. Esta humedad puede estar contenida en el material debido al contacto con el medio ambiente en un lugar sin protección.

La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

La humedad contenida puede ser motivo del ambiente donde se almacenan los agregados, al mantenerlos a la intemperie estos tienen la característica de absorber humedad o perderla si se encuentran directamente bajo los rayos solares

Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

- Totalmente seco. Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (generalmente 24 horas).
- Parcialmente seco. Se logra mediante exposición al aire libre.
- Saturado y superficialmente seco. (SSS). En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.
- Totalmente húmedo. Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente ecuación:

$$P = \left[ \frac{W - D}{D} \right] \times 100$$

Donde,

P: es el contenido de humedad [%]

W: es la masa inicial de la muestra [g]

D: es la masa de la muestra seca [g]

También existe la humedad libre, donde ésta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado; la humedad libre es igual a la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total que posee un agregado.

Cuando la humedad libre es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

La propiedad descrita en el párrafo anterior está regida por la Norma ASTM C 70-47 "*Método estándar de ensayo para determinar la humedad*", donde explica el procedimiento a seguir para realizar el ensayo para determinar dicha propiedad.

Este método no se puede aplicar en aquellos casos en el que el calor pueda alterar al agregado, o donde se requiere una determinación más refinada de la humedad.

### 3.1.5 Procedimiento

El procedimiento en el desarrollo del ensayo de humedad total es el siguiente:

1. Extracción y preparación de la muestra. La muestra debe ser representativa según el lugar de abastecimiento que se va a ensayar y en el caso de agregados de masa normal, la masa de la muestra no debe ser menor que la cantidad especificada (tabla XV, abajo).
2. Después de escogida la muestra se prosigue a calcular su masa con aproximación de 0.1%, evitando la pérdida de humedad y del mismo material; luego de haberlo pesado se deposita la muestra en un recipiente para después ser sometido a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en el horno y de ésta de manera extraer la humedad.
3. Inmediatamente después que el material esté seco se saca del horno y se deja enfriar (para no causar daños en la balanza) para finalmente calcular su masa.
4. Se deben de escoger tres muestras de diferentes partes del abastecimiento de agregado y se les debe de realizar el mismo procedimiento anteriormente descrito a todas ellas.

**Tabla XV. Especificaciones de muestras de agregados**

Tamaño máximo nominal (mm)	Masa mínima de la muestra (grs.)
6.3	500
9.5	1500
12.5	2000
19.0	3000
25.0	4000
37.5	6000
50.0	8000
63.0	10000
75.0	13000

### 3.1.6 Datos y resultados

Luego del análisis y comparaciones en la tabla de especificaciones de muestras de agregados, se obtienen datos según los tamaños de las muestras y se detallan en las tablas respectivas y de la forma siguiente:

#### 3.1.6.1 En el agregado fino

El siguiente cálculo, que es la humedad total contenida en agregado, se elabora para 3 muestras (tabla XVI, a continuación), con la siguiente ecuación.

$$P = \left[ \frac{W - D}{D} \right]$$

Donde:

W = Peso seco ambiente [grs.]

D =Peso seco horno [grs.]

**Tabla XVI. Análisis de datos agregados finos**

Muestra	Peso seco ambiente "W" (grs.)	Peso seco horno "D" (grs.)
# 1		
# 2		
# 3		

### 3.1.6.2 En el agregado grueso

El siguiente cálculo, que es la humedad total contenida en agregado, se elabora para 3 muestras (tabla XVII, a continuación), con la siguiente ecuación:

$$P = \left[ \frac{W - D}{D} \right]$$

Donde:

W = Peso seco ambiente [grs.]

D = Peso seco horno [grs.]

**Tabla XVII. Análisis de datos agregados gruesos**

Muestra	Peso seco ambiente "W" (grs.)	Peso seco horno "D" (grs.)
# 1		
# 2		
# 3		

### 3.2 Ensayo densidad y absorción

Ensayo desarrollado para examinar la densidad que el material o agregado tiene como cualidad.

En el mismo ensayo podemos obtener el grado de absorción de agua que el material analizado puede llegar a obtener, y se detalla a continuación.

### **3.2.1 Introducción**

Una de las propiedades físicas de los agregados es la densidad. De acuerdo a los tipos de agregados encontraremos partículas con poros saturables como no saludables que dependiendo de su permeabilidad se encuentran vacíos parcialmente saturados o totalmente llenos de agua, generando así una serie de estados de humedad y densidad.

Sabiendo que lo que más interesa en el diseño de mezcla es la densidad aparente de los agregados. Este factor es importante para el diseño de mezcla pues determina la cantidad de agregado requerido para un volumen unitario de concreto y el factor es esencial en la receta de mezcla.

### **3.2.2 Objetivos**

#### **3.2.2.1 General**

- Determinar la densidad y la absorción a partir del humedecimiento de los agregados en un tiempo determinado.

#### **3.2.2.2 Específicos**

- Calcular la densidad y absorción de una cierta muestra de agregado para saber si cumple los requerimientos para la elaboración del diseño de mezcla.
- Establecer el tipo de agregado para elaborar un buen diseño de mezcla.
- Conocer la importancia y cómo influye la densidad y absorción que tienen los agregados en una mezcla de concreto.

### **3.2.3 Material y equipos**

Se utilizaran los siguientes materiales y equipos diferenciados en sus usos (finos y gruesos).

#### **3.2.3.1 Para el agregado grueso**

- Balanza. Un aparato sensible, fácil de leer, con precisión del 0.05% del peso de la muestra en cualquier punto dentro del rango usado para este ensayo. La balanza debe estar equipada con un aparato apropiado para suspender el recipiente de la muestra en agua desde el centro de la plataforma de la balanza.
- Recipiente de la muestra. Una canasta de malla con abertura de 3.35 mm o más fina, o un balde de aproximadamente igual ancho y altura, con capacidad de 4L y 7L para un tamaño máximo nominal de 37.5 mm o menos. El recipiente debe ser construido de modo que no se atrape aire cuando se sumerja.
- Tamices. Tamiz N° 4 o 4.75mm.

#### **3.2.3.2 Para el agregado fino**

- Balanza. Un aparato sensible, fácil de leer, con sensibilidad de 0.1 gramo de la masa de la muestra en cualquier punto dentro del rango usado para este ensayo.
- Picnómetro. Frasco volumétrico de vidrio con capacidad de 500cm<sup>3</sup> a temperatura normal

- Molde metálico. Debe ser de forma tronco cónico con las medidas siguientes: 40mm de diámetro en la base superior, 90mm de diámetro en la inferior y 75mm de altura.
- Pisón metálico. Debe tener un peso de 340gr y una sección plana de 25mm de diámetro.
- Secador de pelo. Aparato utilizado para secar el agregado.

#### **3.2.4 Base teórica**

La densidad es una propiedad física de los agregados y está definida por la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, lo que significa que depende directamente de las características del grano de agregado.

Generalmente las partículas de agregado tienen poros saturables y no saturables, dependiendo de su permeabilidad interna pueden estar vacíos, parcialmente saturados o totalmente llenos de agua, se genera una serie de estados de humedad a los que corresponde idéntico número de tipos de densidad.

La que más interesa en el campo de la tecnología del concreto y específicamente en el diseño de mezclas es la densidad aparente que se define como la relación que existe entre el peso del material y el volumen que ocupan las partículas de ese material incluidos todos los poros (saturables y no saturables).

Este factor es importante para el diseño de mezclas debido a que determina la cantidad de agregado requerido para un volumen unitario de concreto, debido a que los poros interiores de las partículas de agregado van a ocupar un volumen dentro de la masa de concreto y además porque el agua se aloja dentro de los poros saturables.

Existe tres tipos de densidad las cuales están basadas el la relación entre la masa (en el aire) y el volumen del material; a saber:

- Densidad nominal. Es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo los poros no saturables, y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a temperatura establecida.
- Densidad aparente. La relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo sus poros saturables y no saturables, (pero sin incluir los vacíos entre las partículas) y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.
- Densidad aparente (SSS). La relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo la masa del agua dentro de los poros saturables, (después de la inmersión en agua durante aproximadamente 24 horas), pero sin incluir los vacíos entre las partículas, comparado con la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

Nota: El valor de densidad de la roca madre varía entre  $2.48 \text{ kg/cm}^3$  y  $2.8 \text{ kg/cm}^3$ .

La densidad aparente es la característica usada generalmente para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes tipos de mezclas, incluyendo el concreto de cemento Pórtland, el concreto butiminoso, y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre la base de un volumen absoluto.

La densidad aparente (SSS) se usa si el agregado está húmedo, es decir, si se ha satisfecho su absorción.

Inversamente, la densidad nominal (seco al horno) se usa para cálculos cuando el agregado esta seco o se asume que está seco. La densidad nominal concierne a la densidad relativa del material sólido sin incluir los poros saturables de las partículas constituyentes.

La absorción en los agregados, es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

El agregado se considera "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por suficiente tiempo para remover el agua no combinada.

La capacidad de absorción básicamente consiste en sumergir la muestra durante 24 horas luego de lo cual se saca y se lleva a la condición de densidad aparente (SSS); obtenida esta condición, se pesa e inmediatamente se seca en un horno y la diferencia de pesos, expresado como un porcentaje de peso de la muestra seca, es la capacidad de absorción.

#### **3.2.4.1 Cálculos densidades y absorción para el agregado grueso**

1. Densidad aparente

$$D = \frac{A}{(B - C)}$$

2. Densidad aparente (saturada y superficialmente seca).

$$D = \frac{B}{(B - C)}$$

3. Densidad nominal.

$$D = \frac{A}{(A - C)}$$

4. Absorción

$$\text{Absorción} = \left[ \frac{(B - A)}{A} \right] \times 100$$

Donde:

A es la masa en el aire de la muestra de ensayo secada al horno (grs.).

B es la masa en el aire de la muestra de ensayo saturada y superficialmente seca (grs.)

C es la masa en el agua de la muestra de ensayo saturada (grs.)

### 3.2.4.2 Cálculos densidades y absorción para el agregado fino

1. Densidad aparente

$$D_{\text{aparente}} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

2. Densidad aparente (saturada y superficialmente seca).

$$D_{\text{sss}} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

3. Densidad nominal

$$D = \frac{A}{(B + A - C)}$$

#### 4. Absorción

$$Absorción(\%) = \left[ \frac{(S - A)}{A} \right] \times 100$$

Donde

A es la masa en el aire de la muestra de ensayo secada al horno (grs.)

B es la masa del picnómetro lleno con agua

S es la masa de la muestra saturada y superficialmente seca (grs.)

C es la masa del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración (grs.), y

D densidad grs/cm<sup>3</sup>

**Nota:** Para que la densidad se exprese en unidades de grs./cm<sup>3</sup>, se multiplica su valor por 1 gr./cm.<sup>3</sup> que es la densidad del agua a 20°C. En el ensayo no se indica pero se asume esta operación.

### 3.2.5 Procedimiento

Se llevan a cabo dos procedimientos, uno para el agregado grueso y el otro para el agregado fino.

#### 3.2.5.1 Para el agregado grueso

Se escoge una muestra representativa del agregado, la cual se reduce desechando el material que pasara por el tamiz # 4 (figura 30, página siguiente), luego se procede a lavarla y sumergirla en el balde durante 24 horas.

**Figura 30. Estructura de malla en plato tamiz**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

Al día siguiente, se toma la muestra secándola parcialmente con una toalla hasta eliminar películas visibles de agua en la superficie. Se debe tener en cuenta que las partículas más grandes se secan por separado. Cuando las partículas tengan un color mate es porque se encontrará esta en la condición saturada y superficialmente seca.

Con la balanza debidamente calibrada se pesa la muestra para averiguar su masa en esta condición. Luego se introduce en la canastilla y se sumerge, y se cuantifica la masa sumergida en agua a una temperatura ambiente. Luego es llevada al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, al día siguiente se cuantifica su peso y se toman apuntes (tabla XVIII).

**Tabla XVIII. Resultados ensayo densidad y absorción agregado grueso**

Lote/hora de extracción	Densidad aparente $D_{\text{aparente}}$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Densidad aparente saturada $D_{\text{sss}}$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Densidad nominal $D$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Absorción %
/				
/				
/				

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.5.2 Para el agregado fino**

Se toma una muestra representativa de agregado fino la cual se sumerge durante 24 horas. Al día siguiente se expande la muestra sobre la superficie de un recipiente o bandeja la cual no es absorbente.

Con el secador se le inyecta una corriente de aire hasta conseguir un secado uniforme, la operación es terminada cuando los granos del agregado están definitivamente sueltos.

Luego se introduce la muestra en un molde cónico, se apisona unas 25 veces dejando caer el pisón desde una altura aproximada de 1cm, posteriormente se nivela y si al quitar el molde la muestra se deja caer es porque no existe humedad libre, si es lo contrario se sigue secando y se repite el proceso hasta que cumpla con la condición.

Cuando se cae el agregado al quitar el molde cónico es porque se ha alcanzado una condición saturada con superficie seca.

Se procede a tomar una muestra de 500 gramos del agregado para envasarla en el picnómetro llenándolo con agua a 20°C hasta más o menos 250cm<sup>3</sup>, luego se hace girar el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire posibles. Se procede a cuantificar el peso del picnómetro en la balanza anotando su respectivo valor.

Al término de este paso, se embaza la muestra en tazas para ser dejadas en el horno por espacio de 24 horas. Y por último, al día siguiente se llevan las muestras a la balanza y se cuantifico su valor. Se toman apuntes (tabla XIX, página siguiente).

**Tabla XIX. Resultados ensayo densidad y absorción agregado fino**

Lote/hora de extracción	Densidad aparente $D_{aparente}$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Densidad aparente saturada $D_{ss}$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Densidad nominal $D$ [grs./cm <sup>3</sup> ]	Absorción %
/				
/				
/				

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Ensayo granulometría

Ensayo desarrollado para examinar el porcentaje de tamaños del grano analizado en una muestra proporcional de agregado.

#### 3.3.1 Introducción

La limpieza, sanidad, resistencia, forma y tamaño de las partículas son importantes en cualquier tipo de agregado. La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

#### 3.3.2 Objetivos

##### 3.3.2.1 General

- Establecer los requisitos de gradación y calidad para los agregados (finos y gruesos) para uso en concreto.

### **3.3.2.2 Específicos**

- Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.
- Calcular si los agregados (fino, grueso) se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla.
- Determinar mediante el análisis de tamizado la gradación que existe en una muestra de agregados (fino, grueso).
- Conocer el procedimiento para la escogencia de un agregado grueso y fino en el diseño de mezcla, para elaborar un concreto de buena calidad.

### **3.3.3 Material y equipos**

- Balanza. Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo a 0,05 kg. El rango de uso de la balanza es la diferencia entre las masas del molde lleno y vacío.
- Serie de tamices. Son una serie de tazas esmaltadas a través de las cuales se hace pasar una muestra de agregado que sea fino o grueso, su orden es de mayor a menor.

En su orden se utilizarán los siguientes tamices:

Tamiz 1½". 1", ¾". ½", # 4, y fondo para el Agregado Grueso;

Tamiz # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200 y fondo para el Agregado Fino.

### **3.3.4 Base teórica**

La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas cuadradas, que se encuentran estandarizadas por la norma ASTM E11-39.

La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hacía según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y el número de aberturas por pulgada lineal para los tamaños grandes y el numeral de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de 2 de pulgada.

La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", # 4 y para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200.

La serie de tamices que se emplean para clasificar agrupados para concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz sea aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, o sea, que cumplan con la relación 1 a 2.

La operación de tamizado debe realizarse con una cantidad muestreada de material seco.

El manejo de los tamices se puede llevar a cabo a mano o mediante el empleo de la máquina mecánica (figura 31, página siguiente), durante un periodo de tiempo (en promedio arriba de 15 minutos).

**Figura 31. Máquina tamizadora**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

El tamizado a mano se hace de tal manera que el material se mantenga en movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, pero en ningún caso se debe inducir con la mano el paso de una partícula a través del tamiz; recomendando, que los resultados del análisis en tamiz se coloquen en forma tabular.

Siguiendo la recomendación se anotan para que queden registros de los datos (tabla XX y XXI), se indica la serie de tamices utilizada en orden descendente en la columna 1.

Después de tamizar la muestra se toma el material retenido en cada tamiz, se pesa, y cada valor se coloca en la columna 2. Cada uno de estos pesos retenidos se expresa como porcentaje (retenido) del peso total de la muestra.

#### **3.3.4.1 Cálculo de % retenido de agregado**

$$\%retenido = \left[ \frac{Pesomaterialretenidoentamiz}{Pesototaldelamuestra} \right] \times 100$$

Este valor de % retenido se coloca en la columna 3. Luego se van colocando los porcentajes retenidos acumulados en la columna 4. Se registra el porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado, en la columna 5.

#### **3.3.4.2 Cálculo de % que pasa en ensayo de granulometría**

$$\%pasa = 100 - \%retenidoAcumulado$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas (ver anexo 4, pagina 160).

Estas gráficas se representan por medio de dos ejes perpendiculares entre sí, horizontal y vertical, en donde las ordenadas representan el porcentaje que pasa y en el eje de las abscisas la abertura del tamiz cuya escala puede ser aritmética, logarítmica o en algunos casos mixtos.

Las curvas granulométricas permiten visualizar mejor la distribución de tamaños dentro de una masa de agregados y permite conocer además que tan grueso o fino es.

En consecuencia hay factores que se derivan de un análisis granulométrico como a continuación se detallan.

### 3.3.4.3 Cálculo módulo de finura para agregado fino

#### 1. Módulo de finura ( MF )

El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz # 100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido en 100 , para este cálculo no se incluyen los tamices de 1" y ½".

$$MF = \frac{\sum \%retenidoAcumulado}{100}$$

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2, 3, y 3,1 o, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa.

### 3.3.4.4 Cálculo tamaños para agregado grueso

#### 1. Tamaño máximo ( TM)

Se define como la abertura del menor tamiz, por el cual pasa el 100% de la muestra, generalmente no queda nada en esta malla.

#### 2. Tamaño máximo nominal (TMN)

El tamaño máximo nominal es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más.

La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos:

- El TMN no debe ser mayor que  $1/5$  de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta.
- El TMN no debe ser mayor que  $1/3$  del espesor de una losa.
- El TMN no debe ser mayor que  $3/45$  del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo.

#### **3.3.4.5 Granulometría continua**

Se puede observar luego de un análisis granulométrico, si la masa de agrupados contiene todos los tamaños de grano, desde el mayor hasta el más pequeño, si así ocurre se tiene una curva granulométrica continua.

#### **3.3.4.6 Granulometría discontinua**

Al contrario de lo anterior, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos a eliminados artificialmente.

### **3.3.5 Procedimiento**

Se selecciona una muestra la más representativa posible y luego se analiza, si esta seca se puede introducir para el análisis puesto que si estuviese húmeda la muestra se atoraría en los tamices.

En caso de que estuviese en estado húmedo se seca en horno hasta que se encuentre libre de humedad y pueda ser utilizada en el proceso de tamizado, esperando si este fuera el caso, de que la muestra se encuentre a temperatura ambiente para que no llegue a dañar el equipo de tamices.

Una vez secada la muestra se pesa 500 gramos de cada agregado fino y 500 gramos de agregado grueso.

**Tabla XX. Resultados ensayo granulometría, agregado grueso**

Tamiz	Peso retenido (grs.)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
1 1/2"				
1"				
3/4 "				
1/2"				
? "				
#4				
Fondo				
Total (sumatoria)				

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizados los pasos anteriores, la muestra anterior se hace pasar por una serie de tamices o mallas dependiendo del tipo de agregado. En el caso del agregado grueso se pasa por los siguientes tamices en orden descendente (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", # 4 y Fondo).

La cantidad de muestra retenida en cada uno de los tamices se cuantifica en la balanza obteniendo de esta manera el peso retenido. Lo mismo se realiza con el agregado fino pero se pasa por la siguiente serie de tamices (# 4, # 8, # 25, # 30 #50, #100, #200 y Fondo).

**Tabla XXI. Resultados ensayo granulometría, agregado fino**

Tamiz	Peso retenido (grs.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
# 4				
# 8				
# 16				
# 30				
# 50				
# 100				
# 200				
Fondo				
Total (sumatoria)				

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Ensayo materia orgánica

En el ensayo de materia orgánica se analiza la cantidad de materia que se ha adjuntado al agregado y que no es parte propia de el. Esta materia son restos de lo que alguna vez fue materia viva.

#### 3.4.1 Introducción

La materia orgánica que se presenta en los agregados, especialmente en los finos consiste en tejidos animales y vegetales que están principalmente formados por carbono, nitrógeno y agua.

Este tipo de materia al encontrarse en grandes cantidades afectan en forma nociva las propiedades del concreto, como la resistencia, durabilidad y buen desarrollo del proceso de fraguado.

Por esto es muy importante controlar el posible contenido de materia orgánica de una arena ya que ésta es perjudicial para el concreto. El ensayo más utilizado es el colorimétrico.

### **3.4.2 Objetivos**

#### **3.4.2.1 General**

- Determinar en una muestra de agregado fino el contenido de materia orgánica que existe.

#### **3.4.2.2 Específicos**

- Saber los perjuicios que trae la materia orgánica en la elaboración de concreto.
- Conocer el uso de la tabla de colores existentes en el laboratorio.
- Aprender los pasos a seguir en un ensayo colorimétrico.

### **3.4.3 Material y equipos**

- Probeta de 250ml. Tubo de vidrio cerrado por un extremo en el cual se le introducirá la muestra de agregado fino.

- Agregado fino. Muestra representativo del agregado del cual se utilizará para la elaboración del concreto.
- Hidróxido de sodio mezclado con agua. Sustancia química que reacciona con el agregado.
- Tarjeta o tabla de colores. Indicador de colores que nos indican parámetros que contiene la muestra.

#### **3.4.4 Base teórica**

Tarjeta o tabla de Colores. Corresponde a una tarjeta de colores que contiene cinco intensidades que van desde un ligero color amarillo hasta una coloración oscura. La materia orgánica encontrada generalmente en los agregados finos, consiste en productos de descomposición vegetal, la cual aparece en forma de humus (materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos) o arcilla orgánica.

En agregados se pueden encontrar algunas sustancias como lo es la materia orgánica, las cuales si se encuentran en grandes cantidades afectan o dañan algunas propiedades del concreto como lo son el tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad. De aquí proviene la importancia de detectar éste tipo de materia, saber cómo actúan y hasta que cantidad se pueden tolerar.

Las impurezas orgánicas interfieren en las reacciones químicas de hidratación del cemento durante el proceso de fraguado causando un tipo de retraso, lo cual ocasiona como anteriormente se nombró, una disminución en resistencia y durabilidad.

Al hablar de los perjuicios que tiene la materia orgánica en el concreto, también debemos hacer énfasis en los daños que causa en los materiales de refuerzo como el acero; donde aparece la corrosión que es uno de los mayores problemas en el concreto reforzado, produciéndose deficiencias notables en sus propiedades adquiridas.

Como no todas las impurezas orgánicas son perjudiciales lo más aconsejable es realizar el ensayo colorimétrico, que es un método muy útil para conocer la cantidad de materia orgánica en los agregados y de ésta manera poder tomar decisiones de hacer o no uso del material de relleno.

#### **3.4.5 Procedimiento**

Se toma la probeta de 250ml y se llena de agregado fino o arena hasta ocupar una cantidad del 40% de la probeta (es decir 100ml de agregado fino). Luego se le añade la solución de hidróxido de sodio con agua, de tal manera que ésta cubra la arena con una capa de 3 centímetros de espesor.

El siguiente paso es agitar la probeta con el anterior conjunto y dejar en reposo durante 24 horas al cabo de los cuales se compara la coloración de la solución con una tarjeta de colores que contiene cinco intensidades de colores.

#### *Observación:*

*Es importante también resaltar que el alto contenido de restos vegetales y tejidos animales en el agregado puede ocasionar variación en las propiedades del concreto causando deficiencia en la resistencia, durabilidad y en el proceso de fraguado, debido a que las impurezas orgánicas interfieren en las reacciones químicas de hidratación del cemento.*

Muestra:

Una muestra representativa de arena, que pese alrededor de 1 libra se obtendrá por cuarteo o por el uso del aparato divisor de muestras (figura 32).

**Figura 32. Aparato divisor de muestras**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

#### **3.4.5.1 Determinación colorimétrica**

Después de haber dejado reposar 24 horas, el color del líquido transparente sobre la muestra, será comparado con el color patrón dado por la solución normal de referencia, y que se ha preparado al mismo tiempo, o bien con vidrio que tenga un color similar al color patrón de la solución normal.

Soluciones mas oscuras que el color patrón tiene un “valor de color” mayor a 500 p.p.m. en términos de ácido tánico.

### **3.5 Ensayo pesos unitarios**

Ensayo desarrollado para examinar el peso que el material o agregado tiene como cualidad, esto realizado a una muestra proporcional claro esta de una cantidad de agregado.

### **3.5.1 Introducción**

El peso unitario suelta se realiza por medio del llenado con el agregado del recipiente, a una altura no mayor de 50mm, se enraza y se pesa (3 veces), se saca la masa promedio y se divide sobre el volumen y nos da la masa unitaria suelta.

Para la masa unitaria compacta se realiza el mismo procedimiento, con la variación de que el recipiente se llena en tres capas y cada capa es golpeada según la norma y luego se procede igual.

### **3.5.2 Objetivos**

#### **3.5.2.1 General**

- Se tiene como objetivo, obtener la masa unitaria suelta.

#### **3.5.2.2 Especifico**

- Determinar la masa por unidad de volumen de una muestra de agregado (<100 T.M.N.) en estado suelto y estado apisonado.

### **3.5.3 Base teórica**

El propósito de este ensayo es determinar el peso por unidad de volumen de una muestra de agregado, para agregados que no excedan 100 mm de tamaño máximo nominal.

El peso de un agregado debe ser siempre relacionado con el volumen específico. La masa unitaria de un agregado debe ser conocida para seleccionar las proporciones adecuadas en el diseño de mezclas de concreto.

Este método permite la determinación de la masa unitaria de un agregado en la condición compactada (por apisonado externo o vibración) o en la condición suelta (como viene de una pala o cucharón) después de que el agregado ha sido secado hasta masa constante.

El método involucra la determinación de una muestra de agregado en recipiente (medida) de volumen conocido, y entonces se resta la masa del recipiente al total inicial.

Usando los datos obtenidos de la aplicación de las Normas NTC 237 y NTC 176 a la misma muestra, se puede calcular el porcentaje de vacíos (espacios con aire) en la muestra.

#### **3.5.4 Material y equipos**

- Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa del material.
- Varilla para apisonar. Una varilla metálica, recta, de sección circular de 15.9mm. (5/8") de diámetro, de aproximadamente 61cm. (24") de longitud, torneada cónicamente en una distancia de 2.54cm. (1") y terminado en forma esférica con un radio de aproximadamente 6.35mm. (1/4").
- Recipiente de medida de 10 dm<sup>3</sup>.
- Recipiente de medida con capacidad mínima a la indicada en la Tabla XX, dependiendo del tamaño máximo del agregado.

**Tabla XXII. Capacidad de moldes**

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Capacidad del molde	
	(m <sup>3</sup> )	(L)
12.5	0.0028	2.8
25.0	0.0093	9.3
37.5	0.0140	14.0
75.0	0.0280	28.0
112.0	0.0700	70.0
150.0	0.0100	100.0

Fuente: Grupo editorial océano 1999

*Nota: El volumen real del molde debe ser como mínimo un 95% del volumen nominal tabulado.*

### **3.5.5 Procedimiento**

Este procedimiento existe para cada una de las masas, como lo son unitaria suelta y unitaria apisonada.

#### **3.5.5.1 Masa unitaria suelta**

La masa unitaria suelta se determina usando el método de paleo para el cual sigue el siguiente procedimiento:

- Determinar la masa del recipiente y llenar de modo que el agregado se descargue a una altura no mayor de 50mm por encima del borde,
- Enrasar la superficie
- Pesarse el recipiente lleno

Luego repetir esta operación tres veces y determinar el promedio.

### **3.5.5.2 Masa unitaria apisonada**

La masa unitaria compactada se determina usando el método de apisonamiento con varilla en agregados con tamaño máximo nominal menor o igual a 37.5mm, o mediante el método de golpeo si el tamaño máximo nominal es superior a los 37.5mm e inferior a 150mm.

Para el método de apisonado con varilla:

- Medir la masa del recipiente,
- Poner el agregado en tres capas de igual volumen hasta llenarlo,
- Emparejar cada capa con la mano,
- Apisonar con 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente a cada capa. Al apisonar la primera capa debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente y al apisonar las superiores aplicar la fuerza necesaria, para que la varilla solamente atreviese la respectiva capa,
- Nivelar la superficie con la varilla,
- Determinar la masa del recipiente lleno.

El método de golpeo consiste en levantar las caras opuestas alternativamente cerca de 50mm y permitir su caída de tal forma que se golpee fuertemente y se logre el objetivo.

Por este procedimiento, las partículas de agregado se acomodan en una condición densamente compactada.

- Compactar cada capa por sacudimiento del molde 50 veces de manera descrita, 25 veces en cada cara,

- Nivelar la superficie del agregado con una plantilla de tal forma que las partes sobresalientes de las partículas más grandes que conforman el agregado grueso compensen aproximadamente los vacíos dejados en la superficie bajo el borde del molde,
- Determinar la masa del molde, su contenido y la masa del molde por separado,
- Registrar valores con una aproximación de 0.05Kg.

### 3.5.5.3 Cálculos matemáticos

La masa unitaria suelta y apisonada, es el cociente entre la masa de la muestras suelta y apisonado respectivamente sobre el volumen del recipiente.

### 3.5.5.4 Cálculo del peso unitario suelto

a) Método de paleo

1. Peso del molde vacío en kilogramos

$$Peso_{promedio} = \frac{(A + B + C)}{3}$$

Donde:

A es el peso del molde lleno en kilogramos (primer resultado)

B es el peso del molde lleno en kilogramos (segundo resultado)

C es el peso del molde lleno en kilogramos (tercer resultado)

## 2. Peso total

$$Peso_{total} = Peso_{promedio} - Peso_{moldevacio}$$

### b) Peso unitario compactado

#### 1. Peso del molde vacío en kilogramos

#### 2. Peso promedio

$$Peso_{promedio} = \frac{(A + B + C)}{3}$$

Donde:

A es el peso del molde lleno en kilogramos (primer resultado) compactado

B es el peso del molde lleno en kilogramos (segundo resultado) compactado

C es el peso del molde lleno en kilogramos (tercer resultado) compactado

#### 3. Peso unitario compactado total

$$PesoUnitarioCompactadoTotal = Peso_{promedio} - Peso_{moldevacio}$$

#### 4. Medir el diámetro del recipiente

$$Diámetro : [pu lg adas]$$

#### 5. Medir la altura del recipiente

$$Altura : [pu lg adas]$$

6. Calcular el área

$$\text{Área} = \frac{(\pi \times d^2)}{4}$$

7. Calcular el volumen

$$\text{Volúmen} = A \times h$$

8. Calcular el peso unitario suelto

$$\text{PesoUnitario}_{\text{suelto}} = \frac{\text{Pesototal}_{\text{suelto}}}{\text{Volúmen}_{\text{recipiente}}}$$

9. Calcular el peso unitario compactado

$$\text{PesoUnitario}_{\text{Compactado}} = \frac{\text{Pesototal}_{\text{Compactado}}}{\text{Volúmen}_{\text{recipiente}}}$$

### 3.6 Control de calidad block mediante empleo de gráficos de control

Uno de los controles para la identificación posterior de cada uno de los productos terminados o de su fácil ubicación será la colocación de un distintivo que en este caso se puede colocar con una marca de color (tabla XXI, parte inferior), que logre identificar a un lote completo ya que las características de este bloque serán las mismas, con lo cual se pintara en un costado de lo que es el bloque el siguiente color y que además con esto se sabrá la resistencia que maneja ese tipo de block.

**Tabla XXIII. Identificación de la resistencia en el block según el color marcado**

Resistencia a la compresión	Color de identificación
25 kg/cm <sup>2</sup>	NEGRO ■
35 kg/cm <sup>2</sup>	VERDE ●
50 kg/cm <sup>2</sup>	AMARILLO ●
70 kg/cm <sup>2</sup>	ROSADO ●

Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

### **3.6.1 Decisiones previas a la construcción de los gráficos de control**

Para la realización de los gráficos de control deben de seguirse ciertos procedimientos que lleven a la correcta elaboración de los mismos.

También los requisitos necesarios y objetivos, las elecciones de lo que se desea examinar y de las variables a desarrollar, de grupos y subgrupos en las muestras tomadas, con el fin de desarrollar los métodos de análisis con el nivel de calidad esperado.

#### **3.6.1.1 Objetivos posibles de conseguir con los gráficos**

En general, cuando se implantan los gráficos de control de variables, tanto  $\bar{X}$  y R como  $\bar{X}$  y  $\sigma$ , se presentan todos o algunos de los siguientes propósitos:

1. Analizar un proceso con vistas a la consecución de uno o varios de los objetivos que a continuación se indican:
  - a. Asegurar una información para el establecimiento o cambio de especificaciones,
  - b. Asegurar una información para el establecimiento o cambio de los métodos de producción. Tales cambios pueden ser motivados, bien por la eliminación de causas atribuibles de variación, o bien por la necesidad de introducir nuevos métodos de producción debido a que el grafico de control indique que los métodos originales no pueden cumplir las especificaciones,
  - c. Asegurar una información para el establecimiento o modificación de métodos de inspección, de aceptación, o de ambos.

2. Proporcionar un criterio para la toma de decisiones de carácter general, con respecto a la aceptación o rechazo de productos fabricados o comprados. En ocasiones, esta es la razón principal por la que se establece el empleo del grafico de control. A menudo, cuando los motivos que llevan a su utilización son otros, existe la esperanza de que, a medida que pase el tiempo y se vayan cumpliendo los objetivos, se podrá, por fin, reducir costos de inspección y emplear el grafico de control de variables para la aceptación en toda ocasión.
  
3. Proporcionar un criterio para la toma de decisiones de carácter general en el transcurso de la producción, indicando cuando hay que buscar causas de variación, y actuar para intentar de corregirlas o cuando hay que dejar que el proceso continúe libremente. En la mayor parte de los casos, este es uno de los objetivos del grafico de control para variables usualmente aceptado.

### **3.6.2 Elección de la variable**

Para reducir costos de producción, cualquier característica de calidad que provoque rechazos o recuperaciones onerosas constituye un firme candidato para el grafico de control.

Para la inspección y aceptación, los ensayos destructivos sugieren la posibilidad de reducir costos mediante el uso del grafico de control. Cuando se emplean métodos analíticos caros, los costos de inspección también son susceptibles de reducción utilizando los gráficos de control.

Si la aceptación tiene como base el muestreo en donde la calidad probada puede expresarse como una variable medible, puede ser rentable que al examinar los costos de inspección se forme un criterio para valorar las posibilidades que existen de reducir estos costos, basando la aceptación en el grafico de control por variables.

Dado que la variable que se elija para los gráficos de control de  $\bar{X}$  y R, tiene que ser una magnitud que pueda medirse y expresarse con números, tal como una dimensión; se utilizarán para el estudio de los blocks los resultados que arroje la máquina de ensayo de compresión. La máquina utilizada para ensayos de compresión<sup>2</sup> (figura 33).

**Figura 33. Máquina de compresión**



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

---

<sup>2</sup> Arroja datos de límites de compresión aplicados con carga en Miles de Kg.

La aplicación de carga a los blocks durante un ensayo de compresión y que los elementos ensayados resistan hasta su máxima carga limite soportable, conjuntamente con toda la muestra representativa del lote producido, denotará cuan resistente se encuentra el lote, dividiendo la carga registrada dentro del área superficial del block.

El detallar en un gráfico de control ayudará en el análisis de decisiones respecto de la producción, de la suma de agregados o sustracción de ellos y de la cantidad de cemento a utilizar, puesto que, si por general el ensayo denota una resistencia superior a la requerida se pueden optimizar el uso de materiales y así reducir costos durante la producción.

### **3.6.3 Elección del criterio de formación de subgrupos**

Repartir las observaciones de una manera denominada formación subgrupos racionales. Los subgrupos deben elegirse de forma que sean lo más homogéneos posible, y que de uno a otro se permita la máxima variación.

Aplicando a los gráficos de control de producción, dando por hecho que es de vital importancia no perder de vista el orden de las operaciones de producción.

Un subgrupo debe estar formado por elementos que estén fabricados lo más cercanos posible en el tiempo; el siguiente subgrupo, por elementos fabricados posteriormente también en un corto espacio de tiempo, y así subsecuentemente; en especial, cuando el principal objetivo de estos gráficos es detectar los cambios de la media del proceso.

Cada subgrupo debe de ser lo más representativo posible de la producción efectuada durante un cierto periodo de tiempo.

Si la fabricación de cada elemento requiere de un tiempo relativamente largo, es conveniente que los componentes de cada subgrupo se espacien uniformemente a lo largo de un intervalo dado.

### **3.6.4 Elección del tamaño y frecuencia de los subgrupos**

En parte de lo ideal se sugirió que *“cuatro elementos era el tamaño ideal del subgrupo”*, generalmente aceptado.

En la aplicación industrial del gráfico de control, el tamaño más comúnmente empleado es cinco aunque es de criterio del analista de los métodos de ensayos de control de calidad, siempre y cuando estos métodos no sean muy costosos.

Siguiendo la idea fundamental del gráfico de control de seleccionar los subgrupos de forma que la variación dentro de los mismos sea mínima, es conveniente que estos subgrupos sean lo más pequeños posible.

Subgrupos más grandes, de 10 o 20 elementos, a veces resultan ventajosos cuando se quiere que el gráfico de control detecte pequeñas variaciones en la media del proceso.

Cuando mayor es el tamaño de la muestra, más estrechos son los límites de control en los gráficos de  $\bar{X}$  y más fácil resulta detectar pequeñas variaciones; sin embargo, esto solo sería verdad cuando se seleccionen los subgrupos y no dentro de ellos.

En cada caso, debe decidirse según las circunstancias. Considerando, por una parte, el costo de tomar y analizar las mediciones y, por otra, los beneficios que van a derivarse de la actuación basada en los gráficos de control. Las primeras veces que se analiza un proceso mediante los gráficos de control, es deseable llegar a determinar conclusiones rápidas por medio de muestras más frecuentes.

Después de haber diagnosticado y corregido problemas con la implementación de gráficos de control, la función de estos consiste en mantener el proceso normal de producción bajo control, puede ser sensato reducir la frecuencia del muestreo.

### **3.6.5 Métodos de registro de datos**

Si bien los métodos empleados se diferencian en pequeños detalles de una empresa a otra, dos son los tipos generales de uso corriente, tal como lo muestra la hoja de registro A (ver anexo 1, página 157) en la que sucesivas mediciones correspondientes a cada subgrupo se anotan una debajo de otra, evitando así que, para obtener las medias, se tengan que efectuar cálculos mentales o en simples hojas de papel, sin ninguna clase de formato.

En la hoja de registro B (ver anexo 2, página 158), se indica otro tipo de método, según el cual, cada línea contiene todas las mediciones que componen un subgrupo.

De esta manera se evita la necesidad de copiar los valores de  $\bar{X}$  y R para calcular la media de las medias de las muestras, además de que generalmente se ocupa menos espacio.

Cuando sólo están sujetas a variación las dos últimas cifras de medición, no resulta complicado calcular las medias mentalmente. De todas formas se necesita espacio para indicar la medición, la unidad en que se mide y cualquier otra información que se considere interesante.

Es muy importante reservar también un espacio para las observaciones que tengan en cuenta cambios surgidos en la producción (como por ejemplo cambios en los ajustes de la máquina, cambio de operario, afilado de herramienta, etc.).

Respecto a la inspección, o de cualquier otro tipo que haya sido observado por el inspector de control de calidad, este podría aportar ideas respecto de las causas responsables de algunos puntos fuera de control.

### **3.6.6 Determinación de los métodos de medición**

Debe estar muy bien definido como hay que emplear los instrumentos de medida, así como la forma en que estas se han de tomar.

Es conveniente tener bien calibrados los instrumentos y la maquinaria en excelente estado, puesto que las herramientas son útiles para el desarrollo de las mediciones respectivas en las inspecciones de la producción.

Esencialmente el método de medición es de forma práctica, en la cual la persona encargada de llevar a cabo las mediciones tenga conocimientos básicos y prácticos de mediciones, que cuente con el nivel educativo necesario para distinguir los sistemas de medición la escala de mediciones que utilice durante la práctica, para que no exista variación de escalas y medidas.

### **3.6.7 Bases de partida para la construcción de los gráficos de control**

Generalmente al inicio de los métodos de análisis de calidad y control de producción, no se cuenta con la información necesaria para referencia de anteriores datos, eventos, accidentes, etc. Básicamente se comienza sin estructuras ni procedimientos a seguir.

Son necesarios conocimientos elementales de cálculos de promedios y amplitudes para la construcción de gráficos, así como de habilidades en diseño de gráficos, pero con el grado de tecnologías con las que se cuentan en la actualidad se hace sencillas las tareas de aplicaciones de gráficos partiendo de una base de datos o de conjuntos de elementos características de lo que queremos analizar.

### **3.6.8 Obtención y registro de las mediciones y otros datos**

El trabajo real del gráfico de control comienza con las primeras mediciones. Siempre la información dada por el gráfico de control está influida tanto por las variaciones relativas a la propia medición, como por las variaciones de la característica de calidad medida.

Cualquier método de medida posee su propia variabilidad intrínseca, que es importante no incrementar mediante errores cometidos al leer los instrumentos de medida o al registrar los datos.

Asimismo es importante que se hagan anotaciones acerca de cualquier suceso que pueden ser una ayuda cuando el gráfico de control detecte la falta del mismo para investigar las causas atribuibles de variación.

### 3.6.9 Cálculo de la media X de cada subgrupo

La media de un subgrupo se obtiene sumando todas las observaciones que lo componen y dividiendo entre el número de elementos del mismo.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum X$$

Donde:

X es la medida examinada en cualquier escala<sup>3</sup>

N es el número de elementos examinados que componen la muestra.

### 3.6.10 Cálculo de la amplitud R de cada subgrupo

Primero deben de identificarse las observaciones extremas, mayor y menor, del subgrupo. Con subgrupos grandes resulta útil designar el valor más alto con la letra H y el más bajo con la letra L. La amplitud se calcula restando éste a aquél.

$$R = H - L$$

Donde:

R es el rango

H es el dato del mayor elemento de las observaciones totales

L es el dato del menor elemento de las observaciones totales

---

<sup>3</sup> Es obligatorio que todas las mediciones se encuentren en la misma escala de medición

### **3.6.11 Representación de los gráficos $\bar{X}$ y R**

Esta representación normalmente se hace en papel milimétrico, pudiéndose utilizar también papel cuadrulado.

La escala vertical, situada a la izquierda, se emplea para las medidas estadísticas  $\bar{X}$  y R; mientras que en la escala horizontal se indican los números de los subgrupos, fechas, horas, etc.

Cada punto se identifica sobre el gráfico mediante un punto, un círculo o una cruz. Puede efectuarse en general que para los gráficos usemos círculos para los gráficos  $\bar{X}$  y cruces para los gráficos R; sin embargo, hay excepciones, aunque esta a discreción y decisión del que los desarrolla.

En los gráficos de control se puede, o representar sólo los puntos, o unirlos mediante trazos rectos. La representación de los puntos en los gráficos  $\bar{X}$  y R debe llevarse al día; especialmente cuando están expuestos y los utilizan los operarios de las máquinas, los ajustadores y los jefes.

### **3.6.12 Determinación de los límites de control de prueba**

Dependerá del nivel de calidad necesario a aplicar. En necesario el estudio de la necesidad de calidad deseada de alcanzar, unos límites de control de prueba muy elevados, no se alcanzará un nivel de calidad máximo aceptable, por el contrario, unos límites de control de prueba muy bajos, tampoco se obtendrá el nivel calidad aceptable, al estar desarrollando dichos límites sin exigencias. Esto conlleva a analizar las decisiones de números de subgrupos a examinar antes de los cálculos respectivos.

### **3.6.13 Decisión del número de subgrupos necesarios antes del cálculo de los límites de control**

La determinación del mínimo número de subgrupos necesarios antes de calcular los límites de control es una solución de compromiso entre el deseo de obtener la referencia dada por las medias y los límites de control tan pronto como sea posible, después de empezar a recopilar datos, y de que sea referencia sea lo más fiable posible.

Cuando menor sea el número de subgrupos empleados, más pronto la información así obtenida proporcionará un criterio para poder actuar, pero menor será su garantía.

Estadísticamente, es conveniente que los límites de control se establezcan en base a, por lo menos, 20 subgrupos.

Cuando se inicia un gráfico de control, los primeros subgrupos pueden no ser representativos de lo que se mida posteriormente; la mera acción de tomar y anotar mediciones es, a veces, la causa de un cambio en el modelo de variación. Si la obtención de los subgrupos llegara a hacerse lenta, se pueden sacar algunas conclusiones dentro de un tiempo razonable.

Si llegará a ocurrir esto por efectos de una lenta producción no se debe tomar una política de enfrentar unos cálculos preliminares de los límites de control a partir de los primeros 8 o 10 primeros subgrupos que se van modificando a medida que se van obteniendo más muestras puesto que disminuiría la confiabilidad del análisis.

### 3.7 Cálculo de los límites de prueba

En primer lugar, hay que calcular la amplitud media,  $\bar{R}$ , que no es sino la suma de las amplitudes de los subgrupos dividida entre el número de subgrupos. Entonces con la ayuda de los factores  $D_3$  y  $D_4$  (ver anexo 3, página 159), se obtienen los límites de control de R.

#### 3.7.1 Límites de prueba del gráfico de rangos

Conocido como gráfico R, estos límites son calculados de la siguiente forma:

##### 3.7.1.1 Cálculo de amplitud media en un gráfico de control

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} = \frac{1}{n} \sum R$$

##### 3.7.1.2 Cálculo del límite de control superior en un gráfico de control

$$LCS_R = D_4 \bar{R}$$

Donde:

$D_4$  es un valor factor de la tabla de factores (ver anexo 3, página 159).

##### 3.7.1.3 Cálculo del límite de control inferior en un gráfico de control

$$LCI_R = D_3 \bar{R}$$

Donde:

$D_3$  es un valor factor de la tabla de factores (ver anexo 3, página 159).

### 3.7.2 Límites de prueba del gráfico de medias

Asimismo, tendría que calcularse  $\overline{\overline{X}}$ , media de los valores  $\overline{X}$ , que es la suma de las  $\overline{X}$  dividida entre el número de subgrupos. Para el cálculo de los límites de control de  $\overline{X}$  debe emplearse el factor  $A_2$  (ver anexo 3, página 159).

#### 3.7.2.1 Cálculo del límite de control superior en un gráfico de control de medias

$$LCS_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R}$$

Donde:

$A_2$  es un valor factor de la tabla de factores (ver anexo 3, página 159)

#### 3.7.2.2 Cálculo del límite de control inferior en un gráfico de control de medias

$$LCI_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2 \overline{R}$$

Los límites de prueba obtenidos de esta forma son apropiados para analizar los datos que han sido empleados para su cálculo. Una vez hecho esto, puede ser que haya que modificarlos antes de aplicarlos a la producción futura.

En las fórmulas anteriores de los límites  $\overline{X}$  y  $R$ , se supone que el tamaño de la muestra es constante.

### **3.7.3 Representación de las líneas centrales y los límites en los gráficos**

La línea central del gráfico R se indica con una línea horizontal de trazo continuo que pase por  $\bar{R}$ . El límite de control superior, por una línea horizontal segmentada que pase por el valor calculado de LCSR. Si el tamaño de muestra es seis o menor, el límite de control inferior de R es 0.

La línea central del gráfico  $\bar{X}$  se representará por una línea horizontal de trazo continuo a través de  $\bar{\bar{X}}$ . Los límites de control de  $\bar{X}$ , superior e inferior, se indicarán mediante líneas horizontales continuas que pasen por los valores calculados de los mismos.

### **3.7.4 Obtención de las conclusiones preliminares deducidas de los gráficos**

Son esenciales las vistas preliminares de gráficos de control para la correcta elaboración de informes y de toma de decisiones que conlleven a aumentar o disminuir rasgos característicos del análisis, el objetivo de este estudio es la toma de decisiones que tolera la producción, y de cambios que se aplicarán.

### **3.7.5 Indicación de la existencia o falta de control**

La falta de control se indica mediante los puntos que caen fuera de los límites de control en los gráficos  $\bar{X}$  y R.

Cuando, por causa de los puntos que caen fuera de los límites de control, se dice que un proceso está “fuera de control”, es como decir “existen causas atribuibles de variación que no forman parte del sistema de causas constantes”.

Por el contrario, cuando todos los puntos están comprendidos entre los límites de control, no puede afirmarse con la misma seguridad que “no existen causas atribuibles de variación, sino sólo un sistema de causas constantes”.

No hay ninguna prueba estadística de que esto sea cierto. Cuando se dice “este proceso está bajo control”, lo que en realidad quiere decirse es “a efectos prácticos, el proceso se comporta como si no existieran causas atribuibles de variación”.

Además, aun en el mejor proceso de fabricación se comenten errores que constituyen causas atribuibles de variación, pero que pueden no ser suficientes para constituir una base de actuación.

Este hecho puede conducir a varias reglas de aplicación práctica, en las que se indica la relación entre un control satisfactorio y el número de puntos fuera de los límites. Una de ellas dice que siempre que no se obtengan más de 1 entre 35, o 2 entre 100 puntos fuera de los límites, es señal de que el proceso está bajo control.

Aunque todos los puntos se encuentran comprendidos dentro de los límites de control, puede detectarse falta de control mediante series de siete o más puntos consecutivos a un mismo lado de la línea central, o por la presencia de otras sucesiones.

Las acciones a tomar según las pruebas que ofrece el gráfico de control, dependen de la relación existente entre el comportamiento real del proceso y el que se supone debería tener.

Es decir, hay que comparar el modelo de variación aparente que muestra el gráfico de control con las especificaciones, lo cual resulta más sencillo cuando el proceso está bajo control.

### **3.7.6 Interpretación de los procesos que se encuentran bajo control**

Cuando según el gráfico de control de un proceso está bajo control, se está en posición de juzgar qué es necesario hacer para permitir la fabricación del producto que reúne las especificaciones de la característica de calidad representada.

A partir de los datos del gráfico de control se obtienen estimaciones de:

- El valor central del proceso ( $\bar{X}$  puede estimarse de  $\overline{\bar{X}}$  ).
- La disposición del proceso ( $\sigma$  puede estimarse como  $\bar{R}/d_2$ ).

Cualquier conclusión deducida de un periodo de observación breve (por ejemplo, 20 puntos del gráfico de control) debe tenerse en cuenta como una alternativa pendiente de confirmación o cambio según la trayectoria que siga el gráfico de control y las pruebas que se vayan acumulando. Sin embargo, lo más razonable es interpretar lo mejor posible los datos.

Una vez que se está seguro de cuáles son las acciones que esta interpretando recomienda, pueden tomarse dos posturas: o llevarlas a cabo de forma inmediata, o esperar a tener más datos.

Al analizar los procesos bajo control, deben tenerse siempre presentes las limitaciones que afectan a las estimaciones ordinarias de  $\bar{X}$  y  $\sigma$ .

Prácticamente, todos los puntos (todos menos un 0.27%) de una distribución normal estaban dentro de los límites  $\bar{X} \pm 3\sigma$ ; es decir, a efectos prácticos, el campo de variación de la distribución se reduce a  $6\sigma$ .

En el análisis preliminar de los datos del gráfico de control, apenas existen suficientes pruebas para emitir ningún juicio sobre la distribución es aproximadamente normal. En realidad rara vez puede decirse con exactitud si el 0.27% o el 0.6% o el 1.1% u otro pequeño porcentaje de la distribución se encontrara fuera de  $\bar{X} \pm 3\sigma$ .

La distribución de frecuencias y el porcentaje de la distribución fuera de esos límites no pueden definirse de una forma precisa sino después de una larga acumulación de datos bajo control. Mientras tanto, el suponer que el campo de variación del proceso se limita a  $6\sigma$  proporciona una referencia aproximada para poder dictaminar.

Las acciones basadas en la relación entre las especificaciones y el valor central y la dispersión de un proceso controlado, dependen en cierta medida, de si existen dos límites de especificación, un límite máximo o superior S y un límite mínimo o inferior I, como ocurre siempre que se trata de dimensiones; o sólo uno, S o I.

### 3.7.7 Posibles situaciones de un proceso bajo control respecto a unos límites de especificación superior e inferior

Cuando un proceso controlado debe cumplir dos límites de especificación, de valores S e I (S es superior e I es inferior), cualquiera que sea su situación, puede agruparse dentro de las tres clases generales siguientes:

- El campo de variación del proceso ( $6\sigma$ ) es considerablemente menor que la diferencia entre los límites de especificación (S---I).
- El campo de variación del proceso ( $6\sigma$ ) es aproximadamente igual a la diferencia entre los límites de especificación (S---I).
- El campo de variación del proceso ( $6\sigma$ ) es considerablemente mayor que la diferencia entre los límites de especificación (S---I).

La primera clase, en la que los límites de especificación se representan mediante dos líneas horizontales, una superior y otra inferior.

Prácticamente toda la producción cumpliría las especificaciones mientras el proceso permanezca bajo control y logre mantenerse de esa manera.

Por ejemplo, económicamente puede considerarse aconsejable dejar que  $\bar{X}$  salga fuera de control si no se aparta demasiado de los límites; superior e inferior respectivamente.

Esto puede evitar el costo de frecuentes ajustes de la maquina, así como del tiempo empleado en la búsqueda de causas atribuibles de variación que no serán responsables del producto defectuoso.

### **3.7.8 Relaciones entre los procesos fuera de control y los límites de especificación**

Si el gráfico de control indica que el proceso está fuera de control, una de las medidas a tomar es buscar las causas atribuibles de variación y tratar de corregirlas de la mejor manera con los datos disponibles.

Es conveniente a su vez averiguar el valor central y la dispersión que puede esperarse del proceso si se recupera el control del mismo.

El tipo de análisis de la relación entre la media, la dispersión y los límites de especificación empleados en procesos controlados, es también válido para aquellos que todavía no se ha conseguido poner bajo control.

Las diferencias prácticas estriban en que puede no ser cierto que el control realmente llegue a alcanzarse y que es menor el margen de confianza en las estimaciones de  $\bar{X}$  y  $\sigma$ , a las que se logre el control del proceso.

### **3.7.9 Continuidad en el empleo de los gráficos**

La continuidad en el uso y desarrollo de gráficos de control es fundamental para mantener el control de la producción que se analiza.

El fin es el de desarrollar herramientas que mejoren el producto, que mantengan una producción en un estándar de calidad, y que en el desarrollo de las diferentes producciones si eventualmente ocurrieran diferencias, poder realizar cambios mínimos que resuelvan estas diferencias y mantengan el nivel deseado y sea constante.

### 3.7.10 Revisión de la línea central y de los límites de control

Los límites de control de prueba sirven para determinar si las operaciones están bajo control. La continuidad en el empleo del gráfico de control, tomando cada punto fuera de control como una posible base para la búsqueda de una causa atribuible de variación y de actuación para eliminarla, puede reducir la revisión de los límites.

Si el proceso esta bajo control con una media y una dispersión satisfactorias en los límites de especificación, se debe seguir aplicando estos mismos límites a la producción futura.

A medida que se van acumulando más datos, es conveniente ir repasando los límites de vez en cuando y modificarlos siempre que sea necesario.

Si el grafico R indica que la dispersión se ha mantenido bajo control, pero no ha ocurrido lo mismo con la media  $\bar{X}$ , deben seguirse empleando los mismos límites, la línea central para el primer gráfico, mientras que para el grafico  $\bar{X}$  deben establecerse unos nuevos limites de control a una distancia  $A_2\bar{R}$  a ambos lados de la línea central.

Estableciendo periodos de revisión regulares, como lo podría ser por semana, una vez al mes, cada 25, 50 o 100 subgrupos, mantendrá un nivel aceptable de control.

Para localizar el valor revisado de la línea central del gráfico  $\bar{X}$ , se presentan dos alternativas: establecerlo en un determinado nivel (el denominado estándar), designado como  $\bar{X}$  o, o fundamentarlo en datos anteriores, revisión de  $\bar{X}$ .

Al decidirse por una de estas dos variantes, cualquiera que sea el nivel en que se sitúe la línea central (es decir, la media supuesta del proceso a efectos del gráfico de control), la interpretación fuera de los límites de control es que la variación es mayor que la que se esperaría por causa del azar si se mantuviera la media supuesta del proceso.

Si puede variarse la media del proceso mediante una sencilla modificación en el método de fabricación, tal como un ajuste de máquina que actúe sobre una cierta dimensión, casi siempre resulta conveniente adoptar la primera postura, es decir, con un valor  $\bar{X}$  o establecido o normalizado.

Cuando existan límites de especificación superior e inferior, pudiéndose recuperar un producto según caiga fuera de los límites por un lado o por otro, debe establecerse el valor de la media teniendo en cuenta la diferencia entre lo que cuesta recuperar un producto o desecharlo.

Los límites revisados deben repararse de vez en cuando a medida que se van acumulando nuevos datos.

Si se decide introducir en el proceso distintos cambios, uno después del otro, con el propósito de encontrar la forma de situar la media en el nivel deseado, el gráfico de control fundamentado en la media inicial suministrará pruebas, basándose en la actuación pasada del proceso de si cada cambio constituye una causa atribuible de variación.

Si cada una de estas causas lleva a la media del proceso más cerca del valor deseado, deben, más que eliminarse, mantenerse. Cada uno de estos cambios mantenidos puede requerir una nueva línea central en el gráfico  $\bar{X}$  basada en la distinta actuación del proceso.

### **3.7.11 Empleo del gráfico de control como base para agrupar lotes pequeños o grandes lotes homogéneos**

Si la calidad del producto exhibe una variabilidad excesiva y el gráfico de control indica que la causa responsable de ello es la falta de control.

Parece normal que la primera acción a tomar sea realizar un esfuerzo para obtener un resultado de control. Sin embargo, puede ocurrir que por alguna razón sea imposible conseguirlo.

En ocasiones, puede ser una alternativa satisfactoria agrupar pequeños lotes de producto en otros más grandes que, estadísticamente, parezcan ser o estar homogéneos.

La variabilidad de un gran lote respecto de otro puede llegar a ser la base para los distintos factores de corrección que de alguna manera se aplican al emplear cada uno de esos grandes lotes. Es factible que, aún cuando se pudiera obtener el control a un costo dado, podría resultar más económico efectuar ese agrupamiento.

### **3.7.12 Actuación en el proceso a través de los gráficos de control**

Manteniendo el empleo de los gráficos de control, puede haber tres formas diferentes de actuar en el proceso, a saber:

- Eliminando las causas atribuibles de variación detectadas por los puntos fuera de control.
- Estableciendo la media del proceso.
- Estableciendo la dispersión del proceso.

Una vez que se ha llevado un proceso bajo control, con una media y una dispersión satisfactorias, un objetivo importante del gráfico de control, es ayudar a mantenerlo en éste estado.

Esto implica sencillamente, dejar libre el proceso mientras se mantenga bajo control, y buscar y eliminar causas atribuibles de variación siempre que los gráficos indiquen falta de control.

Las medias dirigidas a establecer la media de un proceso al nivel deseado siguen las líneas que se han marcado. Debería hacerse costar que siempre que se establezca un determinado valor  $\bar{X}$  o como línea central del gráfico de control, habría que hacer tender el proceso de fabricación hacia ese valor.

Esta forma de actuación no reporta ningún beneficio a menos que sirva para formar un criterio de actuación en aquellos que llevan a cabo las operaciones de fabricación. Las medidas dirigidas a reducir la dispersión de un proceso, a menudo necesitan introducir cambios importantes en las máquinas o en los métodos.

La información proporcionada por los gráficos de control, acerca de las tolerancias naturales que mantendrán varias máquinas o algunos métodos de producción, puede hacer posible adecuar la dispersión del proceso al trabajo de la producción de bloques.

Las operaciones que requieran tolerancias estrechas, pueden asignarse a aquellas máquinas que mantengan dichas tolerancias, mientras que las operaciones que pueden realizarse con tolerancias amplias pueden ejecutarse con aquellas máquinas que sólo puedan mantener tolerancias amplias.



## **4. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1 Capacitación del personal**

Las necesidades de capacitación de personal variarán significativamente en función de su estatus (permanente o temporal) y de la clase de trabajo que realizan (técnico, operativo, administrativo, etc.).

Para el personal que realiza tareas específicas y de corto plazo, la capacitación puede ser relativamente corta y efectuada ya sea de manera directa o mediante manuales o instructivos, por ejemplo. El personal que ejecute tareas más complejas requerirá una capacitación más estructurada y que requerirá de más tiempo.

Generalmente se sostiene que se aprende y retiene más haciendo capacitación operativa, siendo el método siguiente más efectivo el visual, seguido del auditivo y el escrito.

Desde luego, la efectividad de cualquier técnica de capacitación específica diferirá de persona a persona, por lo que usualmente se utilizan distintas técnicas para asegurar que se satisfacen las necesidades de cada una de ellas.

#### **4.1.1 Personal provisional**

Las necesidades de capacitación provisional o temporal, son muy diferentes a las del personal permanente.

El personal temporal que maneja tecnología generalmente ejecuta un rango limitado de tareas específicas. Por tanto, la capacitación puede ser diseñada para atender esas tareas limitadas, lo que puede significar realizar la capacitación en un formato corto y de sencilla comprensión disminuyendo el tiempo de aprendizaje.

De hecho es una fortuna, ya que el personal temporal suele emplearse en grandes volúmenes y no sería práctico o económico realizar una capacitación prolongada, esto aplazaría una inducción de conocimiento.

La complejidad de la capacitación requerida para el personal temporal dependerá en gran medida de la complejidad de la tecnología. Esto es una buena razón para que la tecnología sea simple y fácil de utilizar y supervisar.

Entre más simple sea la tecnología, más fácil será manejarla con una capacitación mínima. Realmente, para la tecnología cuyo uso fundamental sea su uso en sitios operados y supervisados por personal temporal, es probable que la sencillez en su diseño y operación sean las consideraciones fundamentales para su selección.

En muchos casos, la capacitación tecnológica para personal temporal puede ser diseñada para un módulo en su capacitación general.

El módulo tecnológico puede ser realizado mediante el uso de un manual escrito o ilustrado, un video o una exhibición directa. De resultar apropiado, también se pueden manejar materiales estáticos o interactivos utilizando programas de cómputo o internet.

Cuando el personal temporal se contrata básicamente para manejar tecnología, como un escáner, la capacitación tiene que ser diseñada en función de esa tecnología específica.

En estos casos, es preferible la capacitación directa con ejercicios reales. Un operador experimentado, con habilidades para la enseñanza, puede ser el capacitador más apropiado.

Después de la capacitación inicial, puede ser necesaria una de carácter continuo que le permita al operador familiarizarse rápidamente con las tareas. Es conveniente que esta clase de capacitación sea supervisada de cerca por un capacitador más experimentado.

#### **4.2 Personal permanente "no técnico"**

El personal permanente o de largo plazo de carácter "no técnico" a menudo usará tecnología en su trabajo cotidiano, pero lo hará como una herramienta para completar actividades y no como una actividad en si misma.

El personal que utiliza procesadores de palabra, hoja de cálculo u otros programas para oficina, la capacitación formal puede contribuir de manera significativa a incrementar su productividad y ampliar el catálogo de actividades que pueden ser realizadas por personal "no técnico".

Podría emplearse capacitación en las aplicaciones de programas de cómputo más populares, esto generalmente se realiza en laboratorios de cómputo donde a cada uno de los asistentes se le asigna una computadora en la cual seguir programas estructurados.

Estos cursos suelen dedicar medio día, uno o varios días a un tema en particular, dependiendo de su complejidad. Generalmente se ofrecen en los niveles inicial, intermedio y avanzado para ajustarse a las habilidades y conocimientos de los asistentes.

Otra forma de tener capacitación sobre como utilizar programas para automatizar la oficina, especialmente cuando no se cuenta o no resultan prácticos los cursos directos, es a través de técnicas de autoaprendizaje empleando materiales escritos, videos, paquetes de programas de cómputo o paquetes de capacitación de internet.

Cuando se requiere que una buena parte del personal sea capacitada en una tecnología específica puede resultar preferible en términos de costo-efectividad emplear uno o más capacitadores que ofrezcan la capacitación en el sitio mismo del trabajo utilizando sistemas y ejemplos de la vida real., haciéndola más útil y relevante.

Los modernos programas de cómputo para automatizar las oficinas a menudo incluyen funciones de "ayuda" e interfases intuitivas que les permiten a los usuarios operar los distintos sistemas con poca capacitación formal.

En cierto sentido, la capacitación para el uso de estos sistemas está integrada en ellos, es de rápido aprendizaje y sencilla comprensión que no requiere presencia de personal técnico para cuestiones de información.

Mucho personal, especialmente aquel que realice tareas relativamente directas, es capaz de usar estos sistemas con muy poca o sin capacitación formal alguna.

Una forma en la que los programas de cómputo modernos coadyuvan en este proceso es a través del uso de reglas y convenciones comunes entre los distintos programas para que una vez que un proceso es aprendido (por ejemplo, la función cortar y pegar), se pueda utilizar en distintas aplicaciones sin necesidad de capacitación adicional.

Esta característica se debe considerar cuando se compran programas de cómputo, los programas que utilicen reglas comunes para distintas aplicaciones son generalmente preferibles a los que no usan reglas comunes consistentes.

Sin embargo, si bien muchos usuarios pueden operar programas para oficina conforme a un nivel aceptable de productividad con muy poca o sin capacitación formal, hay muchas características de las aplicaciones de los programas más modernos que no son ejecutables con la misma capacitación.

Para sacar el mayor provecho de esos programas es conveniente aprender como ligar los documentos a una fuente de información y como utilizar varios campos para rotular un documento. La capacitación formal puede llegar a explicar las complejidades de estos procesos y otros similares, generando una mayor productividad con un menor esfuerzo.

Otro aspecto importante de la capacitación tecnológica es que debe ser un proceso continuo. Sobre todo porque los programas de cómputo son regularmente actualizados con nuevas capacidades, sería importante asegurarse que el personal recuerde y actualice periódicamente sus habilidades mediante cursos de capacitación. Una forma de lograrlo es incluir capacitación tecnológica en el plan de desarrollo y capacitación del personal, con el compromiso del personal y de la administración de que la capacitación tecnológica será regularmente revisada.

### **4.3 Capacitación de operadores**

#### **4.3.1 Personal técnico**

El personal técnico, incluyendo el personal permanente y los contratistas externos, requieren de más capacitación intensiva que les permita ejecutar sus tareas efectivamente. Esto puede darse a través de cursos universitarios o capacitación especializada para técnicos.

Algunas compañías ofrecen cursos de capacitación acreditados y bajo estándares reconocidos. Estos cursos pueden ser utilizados como una guía sobre el nivel de habilidad técnica obtenido por el personal y pueden ser utilizados por los empleadores como un medio para determinar la idoneidad de los solicitantes para los empleos tecnológicos.

Como en el caso del personal "no técnico", el técnico también debe mantener al día sus habilidades recibiendo capacitación periódica que le permita refrescar y actualizar sus conocimientos.

### **4.4 Chequeo de resultados de ensayos**

Dependerá de la necesidad por parte del gerente de producción en realizar cambios, reportes o consultas de los datos generales de producción, ensayos y de los controles de calidad. Convendría que el chequeo sea regularmente y constante y que no se pase por algo las observaciones ni las variaciones de los procesos por mínimas que estas sean, claro esta si estas ocurrieran constantemente y que se encuentre afectando el proceso en general.

## **5. SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE RESULTADOS**

### **5.1 Análisis de la nueva documentación de implementación**

Luego del estudio de los documentos existentes en la empresa, se notó la falta de requisitos técnicos y esenciales necesarios para la documentación de los eventos ocurridos durante la fase de producción, la de curado y la de almacenaje en las hojas de anotaciones respectivas.

Se propone el uso de hojas de seguimiento y monitoreo de toda la fase de elaboración del producto, las cuales se detallan a continuación, indicando a su vez cuales de los manuales de control se pueden detallar los resultados de estos en las formas respectivas.

Estas hojas tienen sus respectivos apartados, los cuales diferencian intervalos de tiempos en la producción, calidades y cualidades de los productos, tiempos de inicio y fin de la elaboración de lotes de producción y en general datos esenciales que forman parte de los detalles de la producción.

#### **5.1.1 Formatos de hojas de los diferentes controles a implementar**

En la nueva documentación los datos relevantes que deben de analizarse se detallan a continuación y la estructura desarrollada de la siguiente forma:

### 5.1.1.1 Apartado de identificación

Sección siguiente, en donde se identifica la fecha del análisis cuando inicia el control, el número de lote del cual se esta realizando la producción y receta la cual se esta tomando como base para la mezcla de los diferentes materiales para la producción.

Tabla XXIV. Identificación general en reportes

<b>Fecha:</b>	
<b>Lote # :</b>	
<b>Receta:</b>	

### 5.1.1.2 Apartado de información principal

Este apartado identifica el listado general de materiales, los requeridos con se sugiera marcarlos con una (X) en la producción; se anota la hora en la cual se lleva a cabo el análisis, el producto que se este elaborando.

Esta sección es la más importante de este análisis, aunque no se dan por desinteresadas las informaciones restantes, pero es de destacar que este apartado debe estar los datos siempre bien anotados y detallados.

Otra dato a anotar es el peso de los materiales que se utilizan en la mezcla tanto de agregados como de cemento y colorantes, dato importante para detallar en los ensayos de colorimetría.

**Tabla XXV. Identificación de información principal**

		<b>Hora:</b>	
		<b>PRODUCTO</b>	
<b>Silo</b>	<b>Material utilizado</b>	<b>FORMULA</b>	<b>PESO</b>
	Ag. 1/8 "	Kg	Kg
	Ag. 3/16 "	Kg	Kg
	Ag. 3/8 "	Kg	Kg
	Polvo piedra	Kg	Kg
	Cursa 3/16 "	Kg	Kg
	Arena	Kg	Kg
	Cemento	Kg	Kg
	Colorante	Kg	Kg

### **5.1.1.3 Apartado de información complementaria**

Este apartado identifica el listado general de las características de los materiales, estos datos generados por el programa de software.

Existen sensores dentro de la máquina que ayudan a distinguir la correcta relación del contenido dentro de la mezcladora, destacando que dichos sensores deben de mantenerse en correcta calibración, realizara regularmente para que los datos que ellos arrojen sean tan verídicos como exactos.

La calibración y mantenimiento es responsabilidad del personal encargado de la máquina de producción y el jefe de producción.

**Tabla XXVI. Identificación de información complementaria**

<b>Información complementaria</b>	<b>Relación a/c</b>		
	<b>Humedad contenida</b>	Lt	Lt
	<b>Agua agregada</b>	Lt	Lt
	<b>Total agua</b>	Lt	Lt
	<b>Tiempo mezcla seco</b>	seg.	seg.
	<b>Tiempo mezcla húmedo</b>	seg.	seg.
	<b>Vibración</b>	seg.	seg.
	<b>Tiempo ciclo</b>	seg.	seg.
	<b>Temperatura</b>		

#### **5.1.1.4 Apartado de observaciones**

Generalmente dentro del desarrollo de la producción ocurren eventos que al durante o al final de lotes producidos generan cambios en características técnicas y visuales, es por ello que durante la misma, si algo ocurriera, en este apartado se debe anotar estos eventos.

**Tabla XXVII. Identificación de observaciones**

<b>Observaciones</b>	
----------------------	--

#### **5.1.1.5 Apartado programación de rupturas**

En este se anotan las fechas en las cuales se les practican los ensayos de ruptura de los blocks, generalmente se elaboran a 7 y 14 días y se deja a discreción del encargado de ensayos si se dejan productos para una posterior ruptura, claramente anotar los días posteriores cuando se realice.

**Tabla XXVIII. Identificación programación de rupturas**

Programación de fechas de ruptura	
A 7 días	
A 14 días	

#### **5.1.1.6 Apartado final producción**

En este apartado anotamos datos de la producción para un control posterior durante la colocación de los lotes elaborados, para su curado en un cuarto de humedad controlada las cualidades de grupo.

**Tabla XXIX. Identificación final de producción**

Información final de producción	
No. Ballet	
No. Batch	
No. Blocks	

#### **5.1.1.7 Apartado de control de calidad**

Con datos generales y extraídos de una muestra estadística de la producción, este apartado maneja los datos posteriores al momento de la elaboración, donde la edad esta dada en días y son durante sus cambios de resistencias; el ancho, alto y largo utilizados con fines de cálculos de superficies para determinar la resistencia soportada final.

La carga suministrada por el lector digital de la máquina de compresión; el peso obtenido de una balanza y el resto derivados de los anteriores como son el caso del área y la resistencia (ver tabla XXX).

**Tabla XXX. Identificación de control de calidad**

EDAD	ANCHO	ALTO	LARGO	PESO	ÁREA	CARGA	RESISTENCIA
d	cm.	cm.	cm.	Kg	Cm <sup>2</sup>	Miles Kg	kg/cm <sup>2</sup>
d	cm.	cm.	cm.	Kg	Cm <sup>2</sup>	Miles Kg	kg/cm <sup>2</sup>
d	cm.	cm.	cm.	Kg	Cm <sup>2</sup>	Miles Kg	kg/cm <sup>2</sup>

## 5.2 Análisis de los métodos propuestos

Los métodos propuestos en el capítulo 3 se enfocan en el control de la calidad de los materiales y productos elaborados. La calidad de los agregados buscada en ese capítulo evitará el desperdicio tanto de tiempo como de recursos innecesarios para que estos mismos materiales (agregados), al momento de ser usados.

## 5.3 Análisis de evaluaciones y resultados

La organización es aquella en la que se transforman los recursos en resultados mediante procesos de trabajo. En el proceso de trabajo se agrega valor a los recursos y este valor agregado es, precisamente, la esencia de dichos resultados.

De allí surge que, en la organización, los principales objetos sobre los que se requiere contar con información (y que requieren ser controlados y evaluados) son:

- a) los resultados que se entregan a los clientes, usuarios o destinatarios en general y, en cuanto al funcionamiento organizacional,
- b) los procesos de trabajo mediante los cuales se utilizan los recursos y se logran tales resultados y,
- c) la organización misma en que esto tiene lugar

**Figura 34. Relaciones entre niveles de análisis y objetos**

		Objetos de control y evaluación		
		Hacia fuera	Hacia adentro	
		Resultados	Proceso	Organización
Nivel de análisis	Información	Registros de calidad y cantidad de resultados	Registros de uso de recursos	Registros de disponibilidad de infraestructura, recursos humanos y tecnología.
	Control	Comparación con estándares de resultados	Comparación con estándares de procesos	Comparación con estándares organizativos
	Evaluación	Comparación con expectativas y necesidades de eficacia y efectividad	Comparación con expectativas y necesidades de eficiencia	Relaciones entre niveles de análisis y objetos del control y evaluación

La facilidad o dificultad para el registro, control y evaluación de los resultados depende, esencialmente del hecho de que sean o no tangibles y/o de que puedan ser relacionados o no con la rentabilidad u otra medida general de actuación en la empresa.

En cambio, cuando la evaluación final de los resultados no puede hacerse en función de la rentabilidad, aun tratándose de servicios tangibles o, por último, cuando los resultados no son fácilmente definibles, los procesos de control y evaluación son más dificultosos.

El control y evaluación de los procesos de trabajo, en cambio, implica un cambio esencial en el punto de vista respecto de los controles y evaluaciones de resultados, los procesos de trabajo incluyen las actividades mediante las que, utilizando las tecnologías disponibles, los recursos se transforman en los resultados finales.

En consecuencia, los procesos son siempre objetos de análisis tangibles sobre los que se cuenta con informaciones de rutina, tales como registros del uso de los recursos, comparaciones con estándares de procesos, manuales de procedimientos u operativos, comparaciones con prácticas satisfactorias en otras organizaciones y, finalmente, en lo que hace a la evaluación, comparaciones con la eficiencia o la eficacia esperada o deseada.

La organización misma, es en la que tienen lugar los procesos. La importancia de evaluaciones radica en el hecho obvio de que de la racionalidad o irracionalidad organizativa puede facilitar u obstaculizar significativamente la gestión y/o el logro de los resultados.

Los registros de información sobre la organización se refieren a la “capacidad instalada institucional”, la cual incluye aspectos tales como la disponibilidad de recursos humanos, infraestructura física, tecnologías y los procesos de trabajo y el propio diseño organizativo.

Los controles sobre el aparato organizativo se refieren esencialmente a las comparaciones con estándares de diseño, tanto referidos a la estructura como a los procesos.

La evaluación organizativa se refiere a aspectos tales como la estimación de la medida en que el diseño organizativo es adecuado o no para el buen desempeño humano.

### **5.3.1 Análisis de instrumentos de control**

El análisis del grado de desarrollo tecnológico de los instrumentos de control y evaluación resulta relevante desde el punto de vista de las capacidades de los mismos para captar, procesar y producir informaciones de control y de evaluación sobre los diferentes aspectos de la actividad tecnológica de manera rápida, oportuna y exhaustiva.

Se diferencian desde esta perspectiva, los mecanismos sencillos y basados en la percepción individual o colectiva de los hechos de aquéllos que cuentan con soportes conceptuales, metodológicos y técnicos especializados y poderosos desarrollados durante el proceso productivo.

### **5.3.2 Sistemas de gestión y sistemas de información, control y evaluación**

Se sugiere instituir aquí *sistemas de gestión* (SG) a los que conforman los procesos de trabajo y, por lo tanto, implican actividades en las cuales se utilizan recursos para producir resultados. En otras palabras, serán sistemas mediante los cuales se manejan “*gestionan*” los recursos y el dinero.

Los *sistemas de información, control y evaluación* (SICE), a diferencia de los de gestión, tendrán por objeto producir información de control en una primera instancia (y, eventualmente, de evaluación), pero no gestionar (es decir, producir resultados), de manera análoga.

No cabe duda, los sistemas de gestión son una fuente privilegiada de información para el control y la evaluación, pero también es obvio que producir informaciones es función complementaria y no principal de sistemas de gestión.

### **5.3.3 Planificación versus control y evaluación**

Se sostiene con frecuencia que no se puede controlar ni evaluar sin haber planificado antes y que, a su vez, no se puede planificar sin haber establecido las políticas. Subyacen a esta afirmación preguntas tales como si ¿los sistemas de control y evaluación son parte de los de planificación?; si ¿pueden ser considerados sistemas independientes? o, por fin, si ¿son complementarios? y, en tal caso, ¿de qué manera?, etc.

La planificación, en términos muy simplificados, puede ser descrita como el proceso mediante el cual adoptan decisiones sobre:

- a) las direcciones en las que se debe tratar de ir (las políticas),
- b) los caminos deseables o convenientes para hacerlo (las estrategias),
- c) las especificaciones en cuanto a la forma y los recursos necesarios para hacerlo (los planes) y, finalmente, sobre la oportunidad y condiciones particulares en que se utilizarán los recursos disponibles (la programación de las actividades).

Sin duda la planificación es un proceso complejo, que va desde el nivel amplio, “macro” y de plazos más extendidos que, usualmente, se denomina planificación estratégica, hasta la llamada planificación operativa, que incluye la formulación de los planes y la programación de las actividades.

En este sentido amplio, el término *planificación* se refiere a decisiones relativas al futuro, así como el término *control* tiene que ver con el pasado.

En la figura 35, pueden verse algunas de las principales relaciones entre estas dimensiones, los niveles y los objetos de planificación, todo esto con el fin de tener iniciativa en cuanto al futuro, planificar para no estar solo en expectativas que nos generen dudas.

**Figura 35. Relación entre niveles y objetos de planificación**

			Objetos de planificación		
			Hacia fuera		Hacia dentro
			Resultados	Recursos	Organización
Niveles de planificación	Estratégico	Políticas	<i>Efectos a producir en el contexto (Objetivos)</i>		<i>Modelo organizativo deseado</i>
		Estrategias	<i>Resultados a lograr y usuarios a satisfacer</i>	<i>Cursos de acción elegidos para lograr los resultados</i>	<i>Estructura organizativa necesaria</i>
	Operativo	Planificación	<i>Productos y metas</i>	<i>Actividades y recursos necesarios</i>	<i>Asignación de responsabilidad por metas y recursos (presupuesto)</i>
		Programación		<i>Actividades y recursos disponibles</i>	<i>Asignación de responsabilidad por actividades y recursos disponibles</i>

Del mismo modo que ocurre con el control, hacia fuera de la organización la planificación tiene que ver con los resultados que se pretenden lograr, mientras que, hacia dentro, con el uso de los recursos y con el diseño de la organización misma en que dicho uso de recursos directos tiene lugar.

En resumen, puede decirse que, cuando existe planificación “*en sus diferentes niveles*”, ésta puede constituir uno de los patrones posibles de comparación de los procesos de control y evaluación, mientras que, cuando no la hay, tales patrones deben provenir de otras fuentes, tales como la satisfacción de los usuarios, decidores o “*jueces válidos*”.

#### **5.4 Evaluación y sondeo de la calidad de productos**

El control de productos, en el sentido de verificación respecto de patrones técnicos cuantitativos y cualitativos, se refiere a observaciones y mediciones concretas.

##### **5.4.1 El control de productos y su relación con la planificación operativa**

Los productos son los bienes, servicios o ejecución de actividades que resultan de la aplicación de los recursos. Los productos, a diferencia de los resultados, son siempre tangibles: objetos concretos, servicios concretos o, por fin, en casos especiales, actividades concretas que, si bien no se traducen necesaria o inmediatamente en bienes o servicios, sí son objeto de asignación de recursos, sí se presupone que podrán producir resultados y efectos, y sí son controlables en términos de productos.

Las tecnologías de control de los productos (o control de la producción), se hallan ampliamente difundidas y presentes en mayor o menor medida en todas las organizaciones.

Controlar los productos implica compararlos con estándares o especificaciones técnicas existentes según la naturaleza del producto.

Cuando estos estándares técnicos (y, además, la cantidad a producir) han sido previstos en alguna planificación operativa (planes de producción o similares), el control de los productos incluye también una comparación con lo planificado, caso en que es posible utilizar un índice muy difundido, el de *eficacia*.

A estos efectos se entiende por eficacia la medida en que se ha producido la cantidad planificada de productos y éstos son de la calidad prevista (independientemente de los recursos que se hayan utilizado).

#### **5.4.2 El control de procesos y su relación con la planificación operativa**

El control de procesos, es la verificación, respecto de patrones técnicos cuantitativos y cualitativos, de la realización de las actividades concretas mediante las cuales se consumen recursos.

Los patrones de referencia empleados en el control de los procesos surgen de las tecnologías de producción de lo que se esté realizando: son las “reglas del arte” para la confección de la contabilidad, la elaboración de la cerveza, el mantenimiento de los motores de los aviones, la elaboración de dictámenes jurídicos o cualquier otra actividad.

Existen, entre otros, tres tipos de controles de procesos particularmente significativos:

- a) el control de la calidad, es decir, del cumplimiento de estándares de proceso que eviten el desaprovechamiento de los recursos o la disminución del valor de los productos,
- b) la eficiencia real (la relación entre el uso de los recursos y lo producido) y
- c) un índice que llamaremos cumplimiento de planes (la relación entre la eficiencia prevista en la planificación y la real).

El primer tipo de control de procesos consiste en el control de actividades y recursos y su correspondiente comparación con las reglas previstas en el estado del arte en la materia de que se trate.

El segundo tipo de control se refiere a la *eficiencia* e incluye un elemento adicional que es la relación entre los recursos realmente empleados y los productos (bienes o servicios) realmente logrados. Se denomina *cumplimiento de planes* al tercer tipo de control de procesos, para el que no existe una palabra de uso corriente equivalente a eficacia o eficiencia por eso la denominación general de cumplimiento.

Los planes operativos (y sus expresiones presupuestarias) consisten en la fijación de metas de producción y la previsión o asignación de recursos. Por lo tanto, los planes operativos prevén, por definición, una determinada eficiencia planificada.

En la realidad, luego se logra producir determinados productos y se utilizan determinadas cantidades de recursos. Se verifica, por lo tanto, una determinada eficiencia real, como vimos en el ejemplo anterior.

La comparación entre lo planificado y lo realizado, en consecuencia, se puede expresar como la relación entre la eficiencia planificada y la real.

La relación entre la secuencia de complejas relaciones entre actividades de procesos programadas para determinados momentos y las oportunidades en que se llevan a cabo realmente se pueden medir como *cumplimiento de programación*. El término más difundido que se refiere al cumplimiento de lo programado es *just in time* (justo a tiempo) que es uno de los principios de fundamentales de la gestión de calidad total.



## CONCLUSIONES

1. El estado actual del procedimiento de recaudación de materiales se encuentra establecido y nivelado, pero carece de especificación y detalles que concluyan los pasos a seguir y las mediciones exactas que están establecidas en el transcurso de todo el proceso, desde su inicio, sus intermedios e intervenciones del personal y el fin del proceso.
2. La elaboración de manuales de procedimientos y control de calidad de los procesos de fabricación del bloque de concreto requiere de la participación de todo el personal involucrado de la empresa en estos procesos debido a que cada uno cuenta con ideas y mejoras que son de gran utilidad y serán vitales durante eventuales cambios y optimizaciones de los procesos.
3. En el capítulo 3, los manuales de control de calidad de los materiales y los bloques de concreto se detallan por medio de ensayos específicos, en donde se examinan sus propiedades para que estas sean utilizadas en cálculos y se puedan hacer las modificaciones necesarias.
4. La implementación de documentos de control conlleva a un mejor registro y control de las actividades, desarrollos, eventualidades, fallas de las máquinas, errores humanos y daños durante la fabricación de los productos, esto para una rápida localización de los problemas o fallas.

5. El establecer una documentación de métodos y procedimientos de recaudación de materiales con el fin de ubicar fácilmente la precedencia de ellos, la distinción, ubicación y la forma de analizar su calidad facilita el acceso a datos y detalles en cualquier auditoria.
  
6. La instauración de estándares en los procesos de fabricación desarrolla que se puedan optimizar los recursos en la empresa, y más en el departamento de laboratorio donde los diagramas de proceso hacen que se controle de forma gráfica con exactitud, el tiempo, los transportes, las demoras y las operaciones del proceso.
  
7. La ejecución de seguridad e higiene en la planta de producción con indicadores y señalizaciones, reduce los riesgos y disminuye la ocurrencia de accidentes.

## RECOMENDACIONES

1. Analizar, documentar y concluir los procedimientos de recaudación de materiales con la minuciosidad para generalizar todos los detalles, el personal, las herramientas y material que ingrese a este proceso o que salga del mismo, para saber de pérdidas antes, durante o después de todo el proceso de recaudación de materiales agregados.
2. Estipular las funciones del personal creando grupos de trabajo y encargados que velen por el control de la calidad, involucrando al todo el personal lo mejor posible con la política de la empresa.
3. Generar círculos de control de calidad que mantengan especial atención y vigilancia durante todo el proceso de producción que generen y aporten opciones de calidad y progreso en cuanto al establecimiento de normas de control de calidad.
4. Llevar un control detallado de las fechas de análisis de muestras o de las tomas de las muestras que se llevaran a cabo durante el proceso para que luego sean de fácil acceso durante los chequeos de supervisiones y auditorias.
5. Que se implementen cada uno de los manuales de control ya sea de los materiales como el de el control de los block, puesto que, con esto, se logrará mantener un nivel de calidad dado que se pueden hacer los análisis y ensayos de materiales y concluir acerca de su calidad.

6. Es favorable, para evadir accidentes, suministrar información que dé a conocer los peligros que conlleva el manejo de cierto material, así como la constante capacitación y el suministro de equipo de protección adecuado. Para ello, es trascendental mantener la información actualizada, ya que, si no se realiza sería como tener una herramienta desaprovechada.
  
7. Tomar en cuenta que con el manejo de gráficos de control se logra mantener un nivel de calidad permisible de los procesos y que su correcto uso logra que el producto mantenga su calidad; y, si se requiere de modificaciones, se podrían obtener del análisis de los gráficos y de sus conclusiones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Morales Ochoa, Rafael Enrique. 1986. Estudio sobre la resistencia a la compresión en albañilería de bloques clase A y su módulo de elasticidad. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 53 p.
2. Martínez, Rene Alfredo. 1991. Aprovechamiento del piedrin 0-14 como alternativa para la fabricación de bloques de concreto. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Recinos Corado, José. 1998. Estudio de bloques fabricados con ceniza volcánica y arena pome. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Gamboa De León Regil, Otto Raúl. 2005. Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15/20/40 con grados de resistencia de  $28 \text{ kg/cm}^2$  caso especial fuerte block maquina 1.2. Tesis Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Duncan, Acheson. Control de calidad y estadística industrial. Editorial Alfaomega, Mexico. 1116 p.
6. James Evans/ William Lindsay. 2005. Administración y control de la calidad. 6ª edición, México, Thompson editores, 848 p.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

7. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>. Fecha de consulta 14 Julio 2006.
8. <http://www.monografias.com/trabajos37/diagramas-generales/diagramas-generales.shtml>. Fecha de consulta 20 mayo 2006.
9. <http://www.mineco.gob.gt/mineco/coguanor/2003/coguanor.html>. Fecha de consulta 15 marzo de 2006.
10. [http://64.233.179.104/translate\\_c?hl=en&langpair=en%7Ces&u=http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/BOOKSTORE/BOS/0402.htm%3FL%2Bmystore%2Blwne4243%2B1160119922&prev=/language\\_tools](http://64.233.179.104/translate_c?hl=en&langpair=en%7Ces&u=http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/BOOKSTORE/BOS/0402.htm%3FL%2Bmystore%2Blwne4243%2B1160119922&prev=/language_tools)  
Fecha de consulta 29 abril 2006.

## **APÉNDICE**

Aspectos relevantes deben de ser tomados en cuenta, como: la actualización de las normas que rigen los controles de calidad, en tales casos se deben analizar las modificaciones en cuento a normas COGUANOR, ASTM e ISO; para estar al tanto técnicamente.

En cuanto a maquinaria se trate, el desarrollo de nuevas tecnologías, incita a velar por la adquisición de equipos mejores conforme estos evolucionen y desarrollen, estos comprendidos en campos, tales como: el mejoramiento en hidráulica, el desarrollo de la electrónica y de las ciencias relacionadas en procesos de elaboración de productos del concreto; a su vez, estimula al intercambio informativo de investigaciones y descubrimientos propios de concretos, agregados y compuestos a utilizar.

La seguridad en cualquier empresa es vital para la prosperidad de ella, el buen manejo de los manuales de control de calidad, auxiliará a contrarrestar en gran medida, los accidentes ocasionados por el uso de materiales, o por el manejo indebido de estos.



# ANEXOS

## ANEXO 1

Figura 36. Formato hoja de registro tipo A

**HOJA DE DATOS GRAFICO CONTROL X Y R**

Producto \_\_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_ Orden No. \_\_\_\_\_

Característica \_\_\_\_\_ Límites { \_\_\_\_\_ Máx.  
 Unidad de medida \_\_\_\_\_ Específicos { \_\_\_\_\_ Mín.

Subgrupo No.	1	2	3	4	5	6	7		$\bar{X}$	R
a								1		
b								2		
c								3		
d								4		
e								5		
Total								6		
Media, $\bar{X}$								7		
Amplitud, R								8		
Fecha o tiempo								9		
Subgrupo No.	8	9	10	11	12	13	14	10		
a								11		
b								12		
c								13		
d								14		
e								15		
Total								16		
Media,										
Amplitud, R										
Fecha o tiempo										
Subgrupo No.	15	16								
a										
b										
c										
d										
e										
Total										
Media, $\bar{X}$										
Amplitud, R										
Fecha o tiempo										
Observaciones:	_____ _____ _____									

Cálculo de los límites

Fuente: Thomson editores, México.

## ANEXO 2

**Figura 37. Formato hoja de registro tipo B**

HOJA DE REGISTRO PARA EL GRAFICO $\bar{X}$ Y R									
Tipo de Block _____		Característica medida _____			Departamento _____				
Unidad de medida _____			Anotado por _____						
Serie No.	Fecha de prod.	Valor de cada uno de los cinco elementos de la serie					$\bar{X}$ Med de los elementos	R Amplitud de los elementos	Observaciones
		A	B	C	D	E			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Totales									
Calculos									

Fuente: Thomson editores, México.

### ANEXO 3

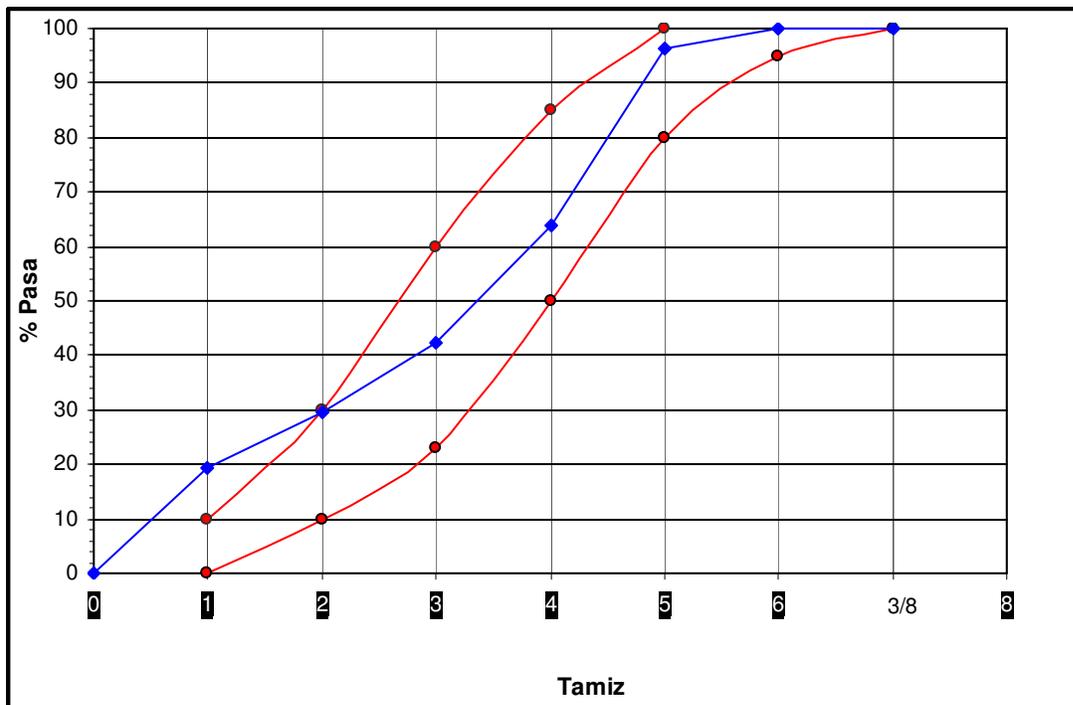
Figura 38. Hoja de factores para gráficos de control

OBSERVACIONES EN LA MUESTRA, n	GRAFICA PARA PROMEDIOS						GRAFICA PARA LAS DESVIACIONES ESTANDAR						GRAFICA DE LOS RANGOS										
	FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL							
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>		
	FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL	
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	1.128	0.853	0	3.686	0	3.686	0	3.686	0	3.686	0	3.686	0	3.267	
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	1.693	0.888	0	4.358	0	4.358	0	4.358	0	4.358	0	4.358	0	2.574	
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	2.059	0.880	0	4.698	0	4.698	0	4.698	0	4.698	0	4.698	0	2.282	
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	2.326	0.864	0	4.918	0	4.918	0	4.918	0	4.918	0	4.918	0	2.114	
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0	5.078	0	5.078	0	5.078	0	5.078	0	5.078	0	2.004	
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	5.204	0.076	5.204	0.076	5.204	0.076	5.204	0.076	1.924	
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	5.306	0.136	5.306	0.136	5.306	0.136	5.306	0.136	1.864	
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	5.393	0.184	5.393	0.184	5.393	0.184	5.393	0.184	1.816	
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	5.469	0.223	5.469	0.223	5.469	0.223	5.469	0.223	1.777	
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	5.535	0.256	5.535	0.256	5.535	0.256	5.535	0.256	1.744	
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	5.594	0.283	5.594	0.283	5.594	0.283	5.594	0.283	1.717	
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	5.647	0.307	5.647	0.307	5.647	0.307	5.647	0.307	1.693	
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	5.696	0.328	5.696	0.328	5.696	0.328	5.696	0.328	1.672	
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	5.741	0.347	5.741	0.347	5.741	0.347	5.741	0.347	1.653	
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	5.782	0.363	5.782	0.363	5.782	0.363	5.782	0.363	1.637	
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	5.820	0.378	5.820	0.378	5.820	0.378	5.820	0.378	1.622	
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	5.856	0.391	5.856	0.391	5.856	0.391	5.856	0.391	1.608	
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	5.891	0.403	5.891	0.403	5.891	0.403	5.891	0.403	1.597	
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	5.921	0.415	5.921	0.415	5.921	0.415	5.921	0.415	1.585	

Fuente: Editorial alfa omega, México

## ANEXO 4

Figura 39. Ejemplo de curva granulométrica para agregado fino



Fuente: Inmobiliaria La Roca, S.A.

*Nota: para la gráfica de granulometría, las líneas color rojas se ilustran como los límites superior e inferior permisible, respectivamente; luego, la línea azul es representada por los datos que el ensayo respectivo haya arrojado. El eje de las ordenadas (Y) grafica el % que pasa de una muestra examinada y el eje de las absisas (X) el recipiente por que ha pasado el material.*