



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS  
COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA  
PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO - PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

*A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llevarme de su fuerza para poder vencer todos los obstáculos.*

*A mis queridos padres: José y Lucila por su incondicional apoyo, protección, motivación y por estar siempre pendiente en mí.*

*A mis hermanos: Efraín, Patricia, Alicia, Juan Carlos, Olinda, Edith y Luz Mery, quienes con su comprensión, apoyo, consejos y aliento me ayudaron a seguir adelante.*

*A mis docentes y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, muchas gracias por estar siempre cuando uno los necesitan.*

***Romilio Callomamani C.***



## AGRADECIMIENTO

A mi institución, Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más, en el campo del conocimiento.

Al D.Sc. Germán Belizario Quispe por las orientaciones, recomendaciones y la supervisión de este trabajo, sobre todo por su confianza.

A los jurados, M.Sc. Ricardo Luis Bardales Vassi, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo y M.Sc. Wilber Fermín Laqui Vilca, por sus sabios consejos e inculcar esfuerzo, respeto y disciplina.

Al laboratorio de Concreto y Mecánica de Suelos Mega Laboratorio del Sur S.R.L. Así también al Ing. Walter Machaca Zamata por su constante apoyo y colaboración en la realización de este trabajo experimental.

A mis compañeros y amigos, por compartirme sus conocimientos, experiencias y anécdotas, y a todos los demás colaboradores que de forma directa e indirecta ayudaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

***Romilio Callomamani C.***



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN .....14**

**ABSTRACT.....15**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....16**

**1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....17**

1.2.1. Problema general .....17

1.2.2. Problemas específicos .....17

**1.3 ANTECEDENTES.....17**

**1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....19**

1.4.1 Hipótesis general.....19

1.4.2 Hipótesis específicas .....20

**1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....20**

**1.6 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN .....21**

1.6.1 Objetivo general.....21

1.6.2 Objetivos específicos .....21

**1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....21**

**1.8 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....23**

1.8.1 Tipo de investigación .....23

1.8.2 Muestra de estudio .....23

**1.9 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....24**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1 CURADO DEL CONCRETO .....26**

2.1.1 Tipos de curado.....27





2.1.2	Periodo de curado .....	29
2.1.3	Recomendaciones para un curado óptimo del concreto .....	31
<b>2.2</b>	<b>COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO .....</b>	<b>34</b>
2.2.1	Marco normativo de curadores químicos .....	36
2.2.2	Clasificación de curadores químicos.....	36
2.2.3	Tipos de compuestos químico .....	37
<b>2.3</b>	<b>COMPUESTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN ....</b>	<b>38</b>
2.3.1	Curador químico Kurez Seal .....	38
2.3.2	Curador químico Membranil B.....	39
2.3.3	Curador Sika Cem curador.....	40
2.3.4	Curador Z Resinoide .....	40
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
<b>3.1</b>	<b>UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.2</b>	<b>PROCESO METODOLÓGICO EN LA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3</b>	<b>PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>45</b>
3.3.1	Estudio y ubicación de la cantera de los agregados.....	45
3.3.2	Cantera río Cutimbo.....	45
3.3.3	Ensayos realizados a los agregados. ....	46
3.3.4	Resumen de ensayos y pruebas realizados a los agregados .....	61
3.3.5	Agua utilizada.....	62
3.3.6	Material cementante.....	62
3.3.7	Curadores químicos de concreto utilizados en la investigación .....	63
<b>3.4</b>	<b>ELABORACIÓN DEL CONCRETO .....</b>	<b>65</b>
3.4.1	Diseño de mezclas método CAPECO - ACI .....	65
3.4.2	Elaboración de testigos de concreto.....	71
3.4.3	Proceso de curado de testigos.....	74
<b>3.5</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO .....</b>	<b>80</b>
3.5.1	Ensayos realizados al concreto en estado fresco .....	80
3.5.2	Ensayos realizados al concreto en estado endurecido.....	90
3.5.3	Control de calidad de la resistencia ( $f'c$ ) del concreto.....	90



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CURADO EN EL CONCRETO</b>	<b>96</b>
4.1.1	Evaluación de la resistencia de las probetas curadas con compuestos líquidos. .....	102
4.1.2	Análisis de pendientes en el desarrollo de resistencia del concreto .....	109
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE CURADO</b> .....	<b>112</b>
4.2.1	Análisis de costos por m <sup>2</sup> de curado para número de veces en aplicación..	113
4.2.2	Análisis de costos por m <sup>2</sup> de curado, para número de veces en aplicación respecto al curado húmedo, en porcentaje.....	115
<b>4.3</b>	<b>PRUEBA DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>117</b>
4.3.1	Prueba para concreto de resistencia $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	117
4.3.2	Prueba para concreto de resistencia $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	120
4.3.3	Prueba para concreto de resistencia $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	123
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>126</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>127</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>128</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>131</b>

**Área:** Ingeniería de infraestructura rural.

**Línea:** Infraestructura rural.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 06 de junio del 2019



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de consistencia del proyecto de investigación. ....	22
Tabla 2: Cantidad de probetas cilíndricas elaboradas en la investigación. ....	24
Tabla 3: Cantidad de pruebas y/o ensayos realizados. ....	24
Tabla 4: Periodo mínimo de protección requerido para diferentes cementos y condiciones de curado, como fue prescrito por la norma BS 8110: Parte 1: 1985 .....	31
Tabla 5: Composición /información de los componentes .....	40
Tabla 6: Componentes peligrosos: designación según directiva 67/548/EEC .....	40
Tabla 7: Resumen de compuesto líquidos utilizados en la investigación .....	42
Tabla 8: Cotización de los curadores químicos para la ciudad de Puno .....	43
Tabla 9: Coordenadas UTM de la cantera Cutimbo.....	45
Tabla 10: Contenido de humedad, agregado grueso .....	47
Tabla 11: Contenido de humedad, agregado fino. ....	47
Tabla 12: Resumen del contenido de humedad de los agregados.....	48
Tabla 13: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso .....	48
Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado grueso .....	49
Tabla 15: Análisis granulométrico del agregado fino .....	50
Tabla 16: Requerimientos de granulometría para el agregado fino .....	50
Tabla 17: Porcentaje de humedad saturado del agregado grueso .....	52
Tabla 18: Peso específico y absorción del agregado grueso.....	52
Tabla 19: Porcentaje de humedad saturado del agregado fino .....	53
Tabla 20: Gravedad específica del agregado fino.....	53
Tabla 21: Peso unitario suelto del agregado grueso.....	55
Tabla 22: Peso unitario compacto del agregado grueso .....	55
Tabla 23: Peso unitario suelto del agregado fino.....	56
Tabla 24: Peso unitario compacto del agregado fino .....	56
Tabla 25: Ensayo que pasa por el tamiz N°200(0.075) del agregado fino. ....	57
Tabla 26: Numero de esferas y peso según gradación .....	58
Tabla 27: Gradación de las muestras para el ensayo de abrasión. ....	58
Tabla 28: Resultados obtenidos del ensayo de abrasión. ....	60
Tabla 29: Resultado comparativo del ensayo de abrasión.....	60
Tabla 30: Resumen de requisitos y ensayos realizados al agregado grueso.....	61
Tabla 31: Requisitos de granulometría para el agregado grueso (Huso 67).....	61
Tabla 32: Resumen de requisitos y ensayos realizados al agregado fino.....	62
Tabla 33: Requisitos de granulometría para el agregado fino .....	62
Tabla 34: Resumen de curadores químico utilizados en la investigación .....	64
Tabla 35: Resumen de propiedades físicas de los materiales para el diseño.....	65
Tabla 36: Asentamientos recomendados para diferentes tipos de construcción.....	66
Tabla 37: Requerimiento de agua de mezclado para diferentes slump y T.M. de agregados .....	66
Tabla 38: Volumen unitario de agua en L/m <sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales ....	67
Tabla 39: Valores conservadores según CAPECO. ....	67
Tabla 40: Relación agua - cemento de diseño en peso.....	68



Tabla 41: Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto. ....	69
Tabla 42: Tasa de aplicación de compuestos líquidos. ....	77
Tabla 43: Determinación del asentamiento, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	80
Tabla 44: Determinación del asentamiento, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
Tabla 45: Determinación del asentamiento, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
Tabla 46: Determinación del contenido de aire atrapado, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
Tabla 47: Determinación del contenido de aire atrapado, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	82
Tabla 48: Determinación del contenido de aire atrapado, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	82
Tabla 49: Capacidad mínima de los medidores .....	82
Tabla 50: Peso unitario del concreto fresco, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	83
Tabla 51: Peso unitario del concreto fresco, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	83
Tabla 52: Peso unitario del concreto fresco, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	83
Tabla 53: Rendimiento para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
Tabla 54: Rendimiento para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
Tabla 55: Rendimiento para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	85
Tabla 56: Determinación de la temperatura del concreto en campo, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	85
Tabla 57: Determinación de la temperatura del concreto en campo, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	85
Tabla 58: Determinación de la temperatura del concreto en campo, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	86
Tabla 59: Determinación de evaporación superficial, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
Tabla 60: Determinación de evaporación superficial, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
Tabla 61: Determinación de evaporación superficial, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
Tabla 62: Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	88
Tabla 63: Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	88
Tabla 64: Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	89
Tabla 65: Condiciones climáticas desfavorables durante el periodo de curado del concreto. ....	90
Tabla 66: Cantidad de probetas cilíndricas elaboradas y ensayadas. ....	92
Tabla 67: Resultado de los ensayos a compresión de probetas individuales en $\text{kg/cm}^2$ . ....	94
Tabla 68: Resumen de resistencia del concreto obtenidas con el promedio de dos cilindros. ....	96
Tabla 69: Resumen en resistencia del concreto en porcentaje respecto al $f'c$ (diseño). ....	96
Tabla 70: Resistencia del concreto para promedio de dos cilindros respecto al curado estándar. ....	103
Tabla 71: Resistencia del concreto para promedio de dos cilindros en relación a la resistencia de diseño. ....	103
Tabla 72: Resumen de cumplimiento de la evaluación y aceptación de probetas cilíndricas. ....	108
Tabla 73: Cotización de materiales para curado de concreto en la ciudad de Puno ....	112
Tabla 74: Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	118



Tabla 75: Análisis de varianza de los tratamientos de curado, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . ....	118
Tabla 76: Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado, $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ .....	119
Tabla 77: Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas, $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$ .....	120
Tabla 78: Análisis de varianza de los tratamientos de curado, $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .....	121
Tabla 79: Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado, $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ . ....	121
Tabla 80: Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas, $f'c=280$ $\text{kg/cm}^2$ .....	123
Tabla 81: Análisis de varianza de los tratamientos de curado, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .....	124
Tabla 82: Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .....	124



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comportamiento macro del concreto, respecta a su desarrollo de resistencia en función del tiempo y del tipo de curado.....	27
Figura 2: Influencia del curado por humedad en la resistencia del concreto con una relación agua-cemento de 0.50 .....	30
Figura 3: Diagrama de flujo del proceso metodológico de la investigación .....	44
Figura 4: Muestreo del agregado en cantera río Cutimbo .....	45
Figura 5: Ubicación de cantera de los agregados.....	46
Figura 6: Instalaciones del laboratorio Megalaboratorios del Sur. ....	46
Figura 7: Equipos, herramientas, materiales y personal técnico del laboratorio .....	46
Figura 8: Cuarteo de material integral para caracterizar agregados.....	47
Figura 9: Lectura del peso de muestra secada al horno.....	47
Figura 10: Análisis granulométrico por tamizado agregado grueso y fino. ....	48
Figura 11: Curva granulométrica agregado grueso .....	49
Figura 12: Curva granulométrica agregado fino .....	50
Figura 13: Secado de material saturado después de 24hr.....	51
Figura 14: Determinación de volumen desplazado por la grava.....	51
Figura 15: Materiales y equipos para determinar la gravedad especifica. ....	52
Figura 16: Gravedad especifica del agregado fino.....	53
Figura 17: Materiales para determinar la condición de SSS de la arena. ....	53
Figura 18: Toma de datos del picnómetro, muestra SSS y agua destilada .....	53
Figura 19: Suministro de agua destilada en el Picnómetro.....	53
Figura 20: Determinación del peso unitario del agregado fino.....	54
Figura 21: Ensayo peso unitario compactado del agregado grueso y fino. ....	54
Figura 22: Ensayo para la determinación del peso unitario suelto del agregado grueso.	55
Figura 23: Determinación del peso unitario compacto del agregado fino.....	56
Figura 24: Lavado de muestra en el tamiz N°200 del agregado fino. ....	57
Figura 25: Cribado del agregado grueso para el ensayo de Abrasión.....	60
Figura 26: Muestra para preparada para abrasión. ....	60
Figura 27: Muestra desgastada y esferas para abrasión.....	61
Figura 28: Colocado del agregado en la máquina de abrasión. ....	61
Figura 29: Curadores químicos utilizados en la investigación. ....	63
Figura 30: Curadores Membranil B, Sica Cem, Kurez Seal y Z Resinoide. ....	63
Figura 31: Separación del agregado grueso y agregado fino.....	72
Figura 32: Suministro de agregados a la mezcladora de concreto.....	72
Figura 33: Dosificación del cemento Portland en peso. ....	73
Figura 34: Toma de muestras de concreto fresco.....	73
Figura 35: Verificación del asentamiento en el concreto. ....	73
Figura 36: Moldes de 15x30cm y elaboración de probetas de concreto. ....	74
Figura 37: Esquema para curado de cilindros a diferentes edades y resistencias. ....	75
Figura 38: Curado de cilindros de concreto en poza estandarizada. ....	76
Figura 39: Curado de probetas con Membranil B.....	78
Figura 40: Curado de probetas con Kurez Seal.....	79



Figura 41: Curado de probetas con Z Resinoide.....	79
Figura 42: Curado de probetas con Sika Cem curador.....	79
Figura 43: Ensayo de asentamiento en el cono de Abrams. ....	80
Figura 44: Olla Washington para determinación del contenido de aire. ....	81
Figura 45: Verificación de la temperatura del concreto en campo. ....	85
Figura 46: Nomograma de Menzel; efectos de la temperatura del concreto y el aire, humedad relativa y velocidad del viento sobre la evaporación de la humedad superficial del concreto .....	86
Figura 47: Probetas sometidos a esfuerzo de compresión a los 28 días.....	93
Figura 48: Probetas sometidos a esfuerzo de compresión a los 14 días.....	93
Figura 49: Tipo de falla de cilindros de prueba estándar .....	95
Figura 50: Tipo de falla en probetas curadas con Kures Seal.....	95
Figura 51: Tipo de falla en probetas curadas con Z Resinoide.....	95
Figura 52: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . .....	97
Figura 53: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . .....	98
Figura 54: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . .....	99
Figura 55: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . ....	100
Figura 56: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .....	100
Figura 57: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	101
Figura 58: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	101
Figura 59: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . ....	102
Figura 60: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	102
Figura 61: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .....	105
Figura 62: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . ....	105
Figura 63: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	106
Figura 64: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . ....	106
Figura 65: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	107
Figura 66: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . ....	107
Figura 67: Desarrollo de resistencia por día medida en cilindros, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .....	110



Figura 68: Desarrollo de resistencia por día medida en cilindros, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	111
Figura 69: Desarrollo resistencia por día medida en cilindros, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	112
Figura 70: Costo por $\text{m}^2$ de superficie tratada con diferentes formas de curado, una sola aplicación.....	113
Figura 71: Costo por $\text{m}^2$ de superficie tratada con diferentes formas de curado, siete aplicaciones. ....	114
Figura 72: Porcentaje de variación respecto al curado húmedo, una aplicación de los curadores.....	115
Figura 73: Porcentaje de variación respecto al curado húmedo, 07 aplicaciones frente a los curadores químicos. ....	116
Figura 74: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos, $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . ....	119
Figura 75: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . ....	122
Figura 76: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos, $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	125





## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CP	: Curado patrón o curado húmedo en laboratorio.
KS	: Curado con Kurez Seal.
MB	: Curado con Membranil B.
SC	: Curado con Sika Cem curador.
ZR	: Curado con Z Resinoide.
EXP	: Probetas expuestas al ambiente.
HT	: Hoja técnica.
HS	: Hoja de seguridad.
ACI	: American Concrete Institute.
ASTM	: American Society of Testing Materials.
NTP	: Norma Técnica Peruana.
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicación.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
$f'c$	: Resistencia a la compresión del concreto, $kg/cm^2$ .
$\mu$	: Media aritmética poblacional.
$\sigma^2$	: Varianza poblacional.
$\sigma$	: Desviación estándar poblacional.
$S^2$	: Varianza muestral.
S	: Desviación estándar muestral.
Ho	: Hipótesis nula.
Ha	: Hipótesis alternativa.
$\alpha$	: Nivel de significancia.
Zo	: Estadístico de prueba.
AG	: Agregado grueso.
AF	: Agregado fino.
W%	: Contenido de humedad.
TM	: Tamaño máximo del agregado.
TMN	: Tamaño máximo nominal del agregado.
Mf	: Módulo de finura del agregado fino.
Mg	: Módulo de finura del agregado grueso.
a/mc	: Relación agua/materia cementante.
SSS	: Saturado Superficialmente Seco.
H175	: Concreto $f'c=175 kg/cm^2$
H210	: Concreto $f'c=210 kg/cm^2$
H280	: Concreto $f'c=280 kg/cm^2$



## RESUMEN

La investigación evalúa el comportamiento de los compuestos formadores de membrana para curado del concreto, para lo cual se realizó el diseño de mezclas para  $f'c=175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  utilizando cemento Portland tipo IP y agregados extraídos del río, se elaboraron 144 probetas cilíndricas de  $150 \times 300 \text{ mm}$ . Se efectuaron tres formas de curado del concreto: estándar en laboratorio (curado patrón), con compuestos (Kurez Seal, Membranil B, Sika Cem y Z Resinoide) y sin curado; posteriormente se sometieron a compresión a los tres, siete, catorce y veintiocho días de maduración. Se realizó el análisis comparativo de la resistencia de los cilindros respecto al curado patrón y la resistencia de diseño. En comparación al curado patrón, para  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto curado con Z Resinoide sobrepasa el 85% de la resistencia del curado patrón a la edad de 28 días, el resto está por debajo; para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto curado con Z Resinoide y Membranil B sobrepasaron el 85%, los demás no; para  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto curado con Z Resinoide sobrepasa el 85%, el resto no. En comparación con la resistencia especificada más un incremento del  $35 \text{ kg/cm}^2$ , para  $f'c=175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  ninguno de los tratamientos supera a la resistencia especificada incrementada. Respecto al costo de curado, los compuestos resultaron tener ventajas económicas en relación al curado tradicional. La eficiencia que brindan los compuestos, no cumple con las recomendaciones de la normativa, a excepción de Z Resinoide que tuvo resultados aceptables; sin embargo, estadísticamente no tiene significancia.

**Palabras clave:** compuestos, curado, eficiencia, evaluación, membrana.



## ABSTRACT

The research evaluates the behavior of the membrane-forming compounds for curing concrete, for which the design of mixtures for  $f'c = 175, 210$  and  $280 \text{ kg/cm}^2$  using IP type Portland cement and aggregates extracted from the river was carried out. 144 cylindrical specimens of  $150 \times 300 \text{ mm}$  were produced. Three ways of curing the concrete were carried out: standard in the laboratory (standard curing), with compounds (Kurez Seal, Membranil B, Sika Cem and Z Resinoid) and without curing; they were subsequently subjected to compression at three, seven, fourteen and twenty-eight days of maturation. The comparative analysis of the cylinder resistance with respect to standard curing and design resistance was carried out. Compared to the standard cure, for  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , the Z Resinoid cured concrete exceeds 85% of the resistance of the standard cure at the age of 28 days, the rest is below; for  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , the concrete cured with Z Resinoid and Membranil B exceeded 85%, the others did not; for  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Z Resinoid cured concrete exceeds 85%, the rest does not. Compared to the specified resistance plus an increase of  $35 \text{ kg/cm}^2$ , for  $f'c = 175, 210$  and  $280 \text{ kg/cm}^2$  none of the treatments exceeds the specified increased resistance. Regarding the cost of curing, the compounds turned out to have economic advantages compared to traditional curing. The efficiency provided by the compounds does not meet the recommendations of the regulations, with the exception of Z Resinoid, which had acceptable results; however, statistically it does not have significance.

**Keywords:** compounds, curing, efficiency, evaluation, membrane.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El curado del concreto es uno de los procesos constructivos muy importantes, ya que promueve la adecuada hidratación del cemento y el desarrollo de las propiedades de resistencia y durabilidad para las cuales fue diseñada la mezcla; además, el curado ayuda a controlar la temperatura superficial, reducir la aparición de fisuras y grietas de contracción por efectos del fraguado del concreto.

Generalmente se realiza el curado de los elementos de concreto aplicando agua en su superficie, pudiendo utilizarse diferentes maneras como: curado por inmersión; aspersión; uso de coberturas o materiales húmedo (yute, aserrín, arena y otros). Existiendo también procedimientos especiales de curado que permiten acelerar el desarrollo de la resistencia inicial del concreto en un corto tiempo, por ejemplo: curado por aplicación de vapor, curado eléctrico, curado por aplicación de rayos infrarrojos, entre otros.

Adicional a los métodos mencionado, en la actualidad existe el uso de compuestos químico que trabajan como membrana de protección que impermeabiliza la superficie del concreto, lo cual permite controlar la evaporación del agua de mezcla. El uso de estos compuestos se ha generalizado en nuestro medio sobre todo en grandes proyectos de construcción y generalmente para elementos verticales que tienen cierta dificultad al momento de realizar el curado.

En el mercado existen una serie de productos de diferente tipo, clase y marca como: Sika, Chema, Euco, Z aditivo entre otros, que son los más comerciales en nuestro medio; sin embargo, si bien estos productos presentan sus controles de calidad, se debe realizar una verificación de la eficiencia de curado del compuesto químico para la zona donde se utilice. Como se sabe el Perú es un país con una diversidad climática, esa condición hace que se debe tener un especial cuidado en el uso de estos compuestos, puede darse el caso de que un producto tenga buena eficiencia de curado en la costa, pero no en la sierra. El Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E.060 (2009) recomienda realizar ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de obra; menciona que, los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo



establecida para determinar  $f'_c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a  $f'_c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

La región de Puno al tener condiciones climáticas extremas como insolación, heladas, precipitaciones sólidas y líquidas, alto gradiente térmico, los procesos de curado y protección del concreto se debe realizar con un especial cuidado; los compuestos líquidos como una alternativa de solución deben ser evaluados a pie de obra mediante requerimientos normativos, antes de ser utilizarlos.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el comportamiento de los compuesto líquidos formadores de membrana para curado del concreto en la ciudad de Puno?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿En qué porcentaje varía la resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, respecto al concreto curado de manera estándar en laboratorio a los 28 días de edad?

¿Cómo varía la resistencia del concreto tratado con compuestos líquidos formadores de membrana, respecto a la resistencia especificada del concreto a los 28 días de edad?

¿En cuánto varían los costos del curado con compuestos líquidos formadores de membrana en relación al curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua?

## **1.3 ANTECEDENTES**

Bolaños (2011), elabora un concreto de relación agua-cemento de 0.55, y  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , para lo cual se realiza 4 tipos de curado: dos con productos del mercado nacional, un producto de nueva tecnología y sin ningún tratamiento. A cada probeta se le midió la efectividad mediante la cantidad de agua evaporada, es decir la pérdida de peso en el tiempo (primeras 36 horas) por unidad de superficie y en cilindros se midió la resistencia a compresión a 14, 28 y 56 días. Las probetas que no tuvieron ningún tratamiento, presentaron mayor cantidad de pérdida de agua evaporada y menor resistencia. El tratamiento con menor cantidad de agua evaporada lo presentó el Zycosil (producto de nueva tecnología) seguido por el compuesto curador Eucocurador. Sin embargo, cuando



se realizó el ensayo de resistencia a compresión y se fallaron los cilindros a los 56 días, no se observa gran diferencia entre los tres tipos de curado. Donde la investigadora concluye que, el producto de nueva tecnología (Zycosil) tiene más capacidad de retención de agua, en contraste, la pérdida de agua y la resistencia a la compresión fueron menores en las probetas y cilindros que no tuvieron ningún tipo de curado.

Corrales (2015), analiza la eficacia de los compuestos líquidos formadores de membrana en la resistencia a la compresión del concreto. Para medir el efecto del curado en la resistencia a la compresión, somete a ensayos cilindros y núcleos extraídos de losas, donde se pusieron a prueba tres membranas de curado y un riego periódico de agua (tres veces al día durante 14 días). Los tratamientos de curado solo le permitieron a una zona del concreto acelerar las tasas de desarrollo de resistencia, pero posteriormente cuando los tratamientos pierden efecto, la resistencia a la compresión del concreto tiende a igualarse independientemente del curado empleado; sin embargo, ningún tratamiento de curado empleado en campo, es realmente eficaz, debido a que la zona del concreto que pierde humedad por evaporación, no alcanza la resistencia de diseño  $f'c$ .

Contreras y Velazco (2018), realizan la comparación de la resistencia a la compresión del concreto que se obtiene en losas sometido a métodos de curado distintos como: curado con agua mediante inundación por riego continuo, curado con agua mediante inundación por riego discontinuo, curado con cobertura húmeda de geotextil y curado químico, con diferentes periodos de curado, 3 y 7 días, y para dos relaciones agua-cemento; tomando en cuenta las condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa. Encuentra que para una losa de concreto ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) un curado con agua mediante inundación por riego discontinuo por 7 días otorga buenos resultados en la resistencia a la compresión por un precio bajo por  $\text{m}^2$ , mientras que una losa de concreto ( $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ), el curado con aditivo da buenos resultados a un precio por  $\text{m}^2$  relativamente bajo respecto a los demás curados. Por el contrario, curar una losa ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) por un periodo de 3 días, no trae buenos resultados en la resistencia a la compresión del concreto, lo que lleva a disminuir el tiempo de vida útil de este tipo de estructura. Además, los diferentes métodos de curado efectuados por un periodo de 3 días ( $210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) y 7 días ( $280 \text{ kg/cm}^2$ ) se comprobó una menor resistencia a la compresión comparada con la del curado con aditivo, siendo este el más económico, con un costo de S/ 2.89 por  $\text{m}^2$ . Se comprobó que el curado realizado con aditivo en losas de concreto simple para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a la edad de 28 días, otorgó bajas resistencias a la



compresión con valores que oscilan el 85% del concreto patrón; mientras, que para  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  la resistencia que obtuvo fue mayor (94.81 %). El autor atribuye que un concreto con relación a/c de 0.46, tiene un desarrollo de impermeabilidad mayor que uno de relación a/c de 0.56. Adicionalmente los curadores químicos desarrollan una película impermeable que conserva la humedad del concreto; mas no la adicionan.

Valenzuela (2018), investiga la influencia de los métodos de curado y la variación de la resistencia del concreto en obra. El diseño que realiza es experimental, y tuvo como técnica de recolección de datos la utilización de fichas técnicas; además de la observación y análisis de resultados mediante gráficos generados en el programa Excel y validación de la Hipótesis con un margen de 5 % por el programa SPSS, la población de estudio fueron los tres diseños de mezcla que se realizaron, que se fueron distribuidos según los cuatro métodos de curado a aplicarse, curado convencional, curado en obra, curado a la intemperie y curado químico; obteniendo una muestra total de 144 probetas de concreto de dimensiones 4" x 8", siendo 12 para cada diseño de 7 y 21 días y 24 para 28 días. Llegando a la conclusión que a los 28 días de curado, en términos de variación porcentual tomando la resistencia a la compresión del curado convencional como muestra patrón (100%) donde obtuvo los siguientes resultados: Con el método de curado en obras obtuvo 81.60, 84.19 y 89.78 %, disminuyendo en 18.40, 15.81 y 10.22 % con respecto al curado convencional. Con el método de curado a la intemperie obtuvo 76.80, 79.64 y 85.91 %, disminuyendo en 23.20, 20.36 y 14.09 % con respecto al curado convencional. Con el método de curado químico obtuvo 82.40, 86.02 y 91.44 %, disminuyendo en 17.60, 13.98 y 8.56% con respecto al curado convencional. Aunque el método de curado químico no logró superar al curado convencional, demostró ser una buena alternativa para obtener un óptimo proceso de curado respecto al método de curado en obra. La investigación se desarrolló en la ciudad de Lima – Perú.

## **1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Hipótesis general**

El comportamiento que brindan los compuestos líquidos formadores de membrana es eficiente para el curado del concreto en la ciudad de Puno.



### 1.4.2 Hipótesis específicas

La resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, son superiores al 85% respecto al curado húmedo en laboratorio a los 28 días de maduración.

La resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, son superiores a la resistencia especificada incrementada en  $35 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de maduración.

El costo unitario por metro cuadrado de superficie curada con compuestos líquidos formadores de membrana para concreto es menor en relación al curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las infraestructuras de concreto en su mayoría se desarrollan en espacios donde la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa y otros agentes externos afectan considerablemente a las propiedades del concreto durante su periodo de desarrollo y su vida útil; por lo que, es importante poderlos controlar a través del cumplimiento estricto de los procedimientos en obra.

El curado del concreto, se refiere a la práctica de mantenerlo hidratado después del proceso de llenado. Se debe mantener el concreto hidratado con el objetivo de que alcance las resistencias para las que fue diseñado, así como evitar la aparición de grietas, entre otros problemas, cuando se mezclan los componentes del concreto se produce una reacción que genera calor, esto aunado a la temperatura ambiente a la que se realizan los llenados propician una rápida pérdida de agua del concreto. Curar el concreto cuando éste alcanza su fraguado inicial, ayuda a mantener la suficiente cantidad de agua dentro de la mezcla.

En la actualidad, existen una variedad de compuestos líquidos formadores de membrana (curadores químicos) para el curado del concreto, los que son utilizados de manera masiva sobre todo en proyectos de edificación de gran envergadura; si bien los compuestos al momento de adquirirlos presentan certificados de calidad, se deben realizar pruebas de eficiencia de acuerdo como recomiendan las normas nacionales e internacionales; para las condiciones climáticas particulares en nuestro caso para la ciudad de Puno, donde la temperatura varía significativamente (Belizario, 2015).





En la mayoría de proyectos de infraestructura civil en la región de Puno se desconoce la importancia y el correcto proceso de curado del concreto, frente a ello los curadores químicos son una alternativa; sin embargo, muchos de estos productos no son adecuados para nuestra zona; la presente investigación pretende dar a conocer el correcto proceso de curado con dichos compuestos, realizar pruebas de la eficiencia de curado mediante la elaboración de probetas en condiciones similares de obra; además, se realiza una evaluación comparativa de los costos unitarios de curado.

## **1.6 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de los compuesto líquidos formadores de membrana, durante el proceso de curado del concreto para condiciones climáticas de la ciudad de Puno.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

Determinar la resistencia a la compresión del concreto curado con compuesto líquidos formadores de membrana, en relación al curado húmedo en laboratorio a los 28 días de maduración.

Determinar el nivel de variación de la resistencia del concreto curado con compuesto líquidos formadores de membrana, respecto a la resistencia específica a los 28 días de maduración.

Analizar el costo unitario por metro cuadrado de superficie curada con compuestos líquidos formadores de membrana para concreto y curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua.

## **1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

La variable independiente estudiada es evaluar la eficiencia que brindan las membranas líquidas formadores de membrana en el curado del concreto y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto de clase  $f'c=175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ . Además, analizar los costos unitarios de superficie tratada mediante compuestos líquidos y el curado tradicional. En la Tabla 1, se presenta la matriz de consistencia del proyecto de investigación.

Tabla 1: *Matriz de consistencia del proyecto de investigación.*

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	INDICADORES	Factor a medir
<p><b>General</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento de los compuestos líquidos formadores de membrana para curado del concreto en la ciudad de Puno?</p>	<p>Evaluar el comportamiento de los compuestos líquidos formadores de membrana, durante el proceso de curado del concreto para condiciones climáticas de la ciudad de Puno.</p>	<p>El comportamiento que brindan los compuestos líquidos formadores de membrana es eficiente para el curado del concreto en la ciudad de Puno.</p>	<p><b>Independiente:</b> Aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana más comunes.</p> <p><b>Dependiente:</b> Resistencia del concreto de clase <math>f'c=175</math>, <math>210</math> y <math>280</math> <math>kg/cm^2</math>.</p>	<p>Tasa de aplicación de Compuesto químicos de protección según normativa ASTM C 309-03, para fines de prueba.</p> <p>Propiedades del concreto en estado endurecido de clase <math>f'c=175</math>, <math>f'c=210</math> y <math>f'c=280</math> <math>kg/cm^2</math>, tratado con curadores químicos.</p>	<p>Cantidad de curador empleado ("KS", 5.0; "MB", 5.0; "SC", 5.0; "ZR", 5.0) <math>m^2/L</math>.</p> <p>Resistencia del concreto a los 3, 7, 14 y 28 días de maduración y costo unitario por metro cuadrado superficie (<math>kg/cm^2</math>).</p>
<p><b>Específico 01</b></p> <p>¿En qué porcentaje varía la resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, respecto al concreto curado por vía húmedo en laboratorio a los 28 días de edad?</p>	<p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, en relación al curado húmedo en laboratorio a los 28 días de maduración.</p>	<p>La resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, son superiores al 85% respecto al curado húmedo en laboratorio, falladas a los 28 días de maduración.</p>	<p><b>Independiente:</b> Curado húmedo en laboratorio y curado con compuestos líquidos formadores de membrana</p> <p><b>Dependiente:</b> La resistencia del concreto a la compresión.</p>	<p>Tasa de aplicación de compuestos químicos de protección para el concreto y curado húmedo.</p> <p>Ensayo normalizado para resistencia del concreto ASTM C-39.</p>	<p>Cantidad en litros por metro cuadrado de aplicación del curador (<math>m^2/L</math>).</p> <p>Resistencia a la compresión a 3, 7, 14 y 28 días de edad (<math>kg/cm^2</math>).</p>
<p><b>Específico 02</b></p> <p>¿Cómo varía la resistencia del concreto tratado con compuestos líquidos formadores de membrana, respecto a la resistencia especificada a los 28 días de edad?</p>	<p>Determinar el nivel de variación de la resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, respecto a la resistencia especificada a los 28 días de maduración.</p>	<p>La resistencia del concreto curado con compuestos líquidos formadores de membrana, son superiores a la resistencia especificada incrementada en 35 <math>kg/cm^2</math>, falladas a los 28 días de maduración.</p>	<p><b>Independiente:</b> Curado del concreto con compuestos químicos de aplicación externa.</p> <p><b>Dependiente:</b> La resistencia del concreto a la compresión.</p>	<p>Tasa de aplicación de compuestos químicos de protección para el concreto.</p> <p>Ensayo normalizado para resistencia del concreto ASTM C-39.</p>	<p>Cantidad en litros por metro cuadrado de aplicación del curador (<math>m^2/L</math>).</p> <p>Resistencia a la compresión a 3, 7, 14 y 28 días de edad (<math>kg/cm^2</math>).</p>
<p><b>Específico 03</b></p> <p>¿En cuánto varían los costos del curado con compuestos líquidos formadores de membrana en relación al curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua?</p>	<p>Analizar el costo unitario por metro cuadrado de superficie curada con compuestos líquidos formadores de membrana para concreto y curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua.</p>	<p>El costo unitario por metro cuadrado de superficie curada con compuestos líquidos formadores de membrana para concreto es menor en relación al curado húmedo tradicional mediante la aplicación con agua.</p>	<p><b>Independiente:</b> Aplicación de compuestos formadores de membrana más comunes.</p> <p><b>Dependiente:</b> Costo unitario de curado por metro cuadrado.</p>	<p>Dosificación de curadores químico y curado húmedo tradicional.</p> <p>Costo unitario de la aplicación.</p>	<p>Tasa de aplicación de curador por metro cuadrado (<math>L/m^2</math>).</p> <p>Variación del costo en soles por <math>m^2</math> de superficie tratada.</p>



## **1.8 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1 Tipo de investigación**

#### **1.8.1.1 Según su objetivo o fin que persigue**

La investigación se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado, por lo tanto, según el fin que persigue se clasifica como una investigación aplicada.

#### **1.8.1.2 Según el nivel de profundización**

La presente investigación es de tipo correlacional, puesto que identifica las diferencias y similitudes de los curadores químicos como Kures Seal, Membranil B, Sika Cem y Z Resinoide, respecto al curado estándar; además, hace un comparativo de costo unitario por superficie de curado. “La investigación de tipo correlacional se caracteriza por que tiene como propósito la investigación del grado en relación entre dos o más variables” (Charaja, 2011).

#### **1.8.1.3 Según el periodo temporal que se realiza**

La investigación se centraliza en la comparación de determinadas características o situaciones diferentes de los tratamientos de curado del concreto, compartiendo todos los sujetos en una misma temporalidad, por lo cual la investigación es un estudio de tipo transversal.

#### **1.8.1.4 Según el grado de manipulación de variables**

Se manipulan varias variables concretas como es la temperatura, humedad relativa, resistencia del concreto, entre otros, los cuales no se tiene un control total. Por lo que la investigación se enmarca dentro de una investigación cuasi experimental.

### **1.8.2 Muestra de estudio**

#### **1.8.2.1 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la compresión simple.**

La Tabla 2, muestra la cantidad de probetas cilíndricas elaboradas de 150x300 mm, para realizar las comparaciones de resistencia a la compresión en concreto de clase 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>; con la finalidad de evaluar las probetas cilíndricas elaboradas en obra  $f'c$  (curadas en obras) sean mayores al 85% (curado húmedo laboratorio); y  $f'c$  (curadas en obras) sean mayores a  $f'c$  (resistencia específica) + 35 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 2:  
*Cantidad de probetas cilíndricas elaboradas en la investigación.*

Tipo	Curado																	
	Húmedo (patrón)			Kurez Seal			Membranil B			Sika Cem			Z Resinoide			Expuesto al ambiente		
	Edad (días)	f'c		f'c		f'c		f'c		f'c		f'c		f'c				
	17	21	28	17	21	28	17	21	28	17	21	28	17	21	28	17	21	28
	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Suma	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Parcial	24			24			24			24			24					
total, de probetas para ensayo de resistencia a la compresión																		144

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 1.8.2.2 Numero de muestras y/o ensayos a realizar

La Tabla 3, muestra el organigrama del número de muestras realizadas, para evaluar la las propiedades y/o características concreto. Además, se presenta la cantidad de evaluación realizada en la comparación de precios unitarios de curado.

Tabla 3:  
*Cantidad de pruebas y/o ensayos realizados.*

Ensayos a realizar	Clase de concreto																		Total
	175						210						280						
	C	K	M	S	Z	M	C	K	M	S	Z	M	C	K	M	S	Z	M	
Consistencia del concreto				3						3						3			9
Contenido de aire en el concreto				2						2						2			6
Peso unitario y rendimiento del concreto				3						3						3			9
Temperatura del concreto fresco	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54
Evaporación del agua de una superficie saturada				3						3						3			9
<b>Tipos de curado</b>	Curado aplicación agua						KS			MB			SC			ZR			
Costo unitario de materiales por superficie tratada				1						1						1			5

Nota: "CE": Curado estándar, "KS": Kurez Seal, "MB": Membranil B, "SC": Sika Cem, "ZR": Z Resinoide, "MA": Expuesto al Ambiente.

## 1.9 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo al problema de investigación, los antecedentes y estado del arte, se pretende llegar a los siguientes resultados:

Respecto al objetivo de la investigación, se realizaron probetas de concreto de resistencia  $f'c=175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales fueron curados con compuestos líquidos formadores de membrana, curado húmedo en laboratorio y expuesto al ambiente, en el que se evaluaron sus propiedades en estado fresco y endurecido determinando su



resistencia a los 3, 7, 14 y 28 días de maduración; posterior a ello, se evaluó de acuerdo al RNE E.060 (2009) para verificar la eficiencia de curado en condiciones reales.

Así mismo, se realizaron los análisis de costos unitarios comparativos de los diferentes compuestos líquidos, respecto a un curado tradicional (curado con agua permanente), donde se hace una evaluación económica de estos compuestos de mayor uso en nuestro medio.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 CURADO DEL CONCRETO

El curado ACI 308R (2016), es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor.

La definición del ACI 308R (2016), pone de manifiesto dos cosas importantes: el cemento requiere de cierta cantidad de agua para hidratarse (en promedio 25% de la masa de cemento); sin embargo, para garantizar, en toda la masa de concreto, disponibilidad de agua de hidratación para el cemento es conveniente contar con una cantidad mayor, ya que la hidratación sólo es posible en un espacio saturado. Esto no es un inconveniente ya que aún un concreto de baja relación agua-cementante, por ejemplo 0.45, tiene un 80% de agua por encima de lo requerido por el cemento para hidratarse, sin embargo, la prematura pérdida de agua del concreto puede reducir el agua en la mezcla, especialmente en elementos superficiales, a niveles donde la hidratación será incompleta (ACI 308R, 2016).

En la medida en que haya suficiente agua el cemento continuará hidratándose hasta que todos los espacios de poros disponibles se vean colmados con los productos de hidratación o hasta que no haya más cemento para hidratar (ACI 308R, 2016).

La etapa de curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién colocado, de manera que puede desarrollar las propiedades deseables de resistencia y durabilidad deseadas. Muy raras veces el concreto se deposita en ambientes adecuados de humedad y temperatura controla, de manera que será necesario crear estas condiciones durante la fijación, fragua y endurecimiento del concreto (ACI 308R, 2016).

Los procesos de curado procuran mantener el concreto lo más saturado posible, de manera que el espacio de la pasta ocupado inicialmente por agua, se llene con los productos de hidratación del cemento. En efecto el cemento para hidratarse requiere de capilares llenos de agua, parte de la cual se utiliza en la formación de los nuevos productos (ACI 308R, 2016).

En síntesis, el curado del concreto es muy importante porque restringe la contracción de fragua, reduce la deformación diferida, permite alcanzar la resistencia especificada del concreto utilizando un método óptimo y provee la durabilidad requerida, ya que el concreto que se obtiene es menos permeable y poroso (ACI 308R, 2016).

En la Figura 1, se aprecia el comportamiento macro del concreto en lo que respecta a su desarrollo de resistencia en función del tiempo y del tipo de curado proporcionados. Se ve claramente que un defecto de curado erosiona el potencial de resistencia mecánica del concreto e incluso golpea económicamente el proyecto ya que se obtiene un producto de inferior resistencia y durabilidad a aquel por el cual se pagó.

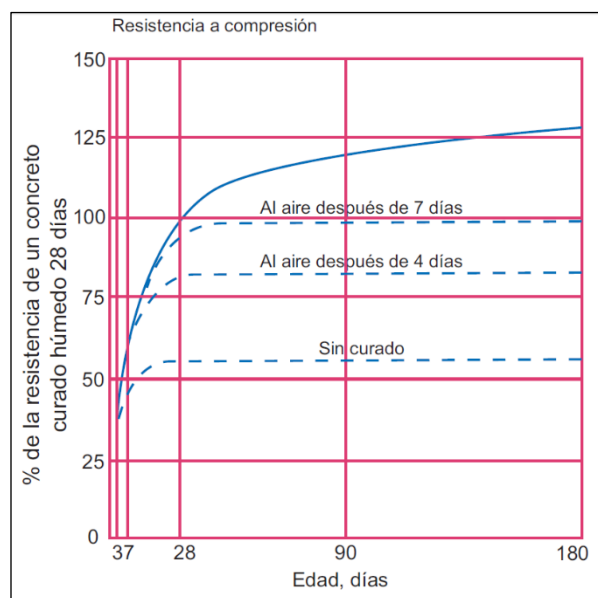


Figura 1: Comportamiento macro del concreto, respecta a su desarrollo de resistencia en función del tiempo y del tipo de curado. Fuente: "Design and Control of Concrete Mixtures", (Kosmatka & Panarese, 1988).

### 2.1.1 Tipos de curado

Existen diversas formas de curado que permiten mantener cierto nivel de humedad en el concreto que se mencionaremos a continuación (ACI 308R, 2016):

- Curado con agua
- Curado con materiales selladores.
- Curado a vapor.

#### 2.1.1.1 Curado con agua.

Cuando se elige este sistema se debe considerar la economía, pues la disponibilidad del agua, mano de obra, materiales de curado, influirán en el costo. La



cubierta de agua será continua y completa, el agua libre de sustancias deletéreas o de otras que ataquen o manchen al concreto.

**a. Anegamiento o inmersión.**

Es el método que produce mejores resultados, aunque presenta inconvenientes de tipo práctico, pues implica inundar o sumergir completamente el elemento de concreto (ACI 308R, 2016).

**b. Rociado de niebla o aspersion.**

Proporciona un excelente curado, no hay que preocuparse del consumo de agua o del costo de recirculación. Debe ser continuo el uso de mangueras con boquilla, es útil para superficies verticales siempre que no exista peligro de erosión (ACI 308R, 2016).

**c. Coberturas húmedas.**

Se aplica con el uso de costales, carpetas de yute o algodón ya que estos tienen la propiedad de mantener la humedad por un periodo determinado, terminado esta se tendrá que humedecer periódicamente hasta el tiempo necesario de curado (ACI 308R, 2016).

**d. Curado con tierra.**

Se usa con éxito en losas y pisos pequeños, la tierra estará libre de partículas mayores de 1" y de cantidades peligrosas de materia orgánica (ACI 308R, 2016).

**e. Paja o heno**

Por su poco peso se deben emplear con un espesor de 15 cm y eventualmente se protegerá del viento con tela de alambre. Existe el peligro de incendio espontáneo cuando se deja secar (ACI 308R, 2016).

**f. Arena o aserrín**

Se emplea en forma similar que la tierra. El aserrín no debe contener cantidades excesivas de ácido tánico (ácido compuesto de glucosa y ácidos fenólicos) (ACI 308R, 2016).

### 2.1.1.2 Materiales sellantes

**a. Películas de plástico.**

Son materiales livianos y se extienden fácilmente en superficies horizontales y verticales su uso es complejo (ACI 308R, 2016).

**b. Papel impermeable.**

Su uso es similar al de las películas de plástico. Cuando se usa papel para cubrir placas debe proveerse cierta holgura para que sobresalga de las mismas, además hace





necesario colocar en los bordes materiales pesados para evitar que el viento lo desplace (ACI 308R, 2016).

**c. Compuesto para curado.**

En esta se encuentran los compuestos líquidos de curado que forman membrana que deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C 309 (2003). Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados y no deben reaccionar con la pasta de cemento.

**2.1.1.3 Curado a vapor.**

Rivva (2000), menciona que “el curado a vapor puede ser ventajoso cuando es importante ganar resistencia inicial en el concreto o cuando se requiera de calor adicional para completar la hidratación, como para concretos en climas fríos”. Actualmente se usan dos métodos de curado a vapor para ganar resistencia inicial en el concreto:

**a. Curado a vapor a la presión atmosférica**

(para estructuras vaciadas en sitio o unidades de concreto prefabricadas).

**b. Curado a vapor en autoclaves a altas temperaturas**

(para pequeñas unidades prefabricadas).

**2.1.2 Periodo de curado**

En concreto normal, para las temperaturas ambientes mayores de 5°C el periodo mínimo de conservación de humedad y temperatura, en todos los procedimientos, es de 7 días, o el tiempo necesario para alcanzar el 70% de la resistencia especificada a la compresión o a la flexión. Cuando se elabora el concreto a temperaturas de 5°C o menores, debe tomarse precauciones para evitar daños por congelación, según la recomendación de la norma (ACI 308R, 2016).

En concretos de alta resistencia (mayor de 420 kg/cm<sup>2</sup>) el período de curado debe ampliarse, aún más de 28 días, para permitir el desarrollo de la resistencia. Se recomienda controlar la resistencia con probetas curadas en sitio (ACI 308R, 2016).

A manera de visualizar efectos de curado sobre la resistencia del concreto, se presenta la siguiente imagen propuesta por (Neville & Brooks, 1998).

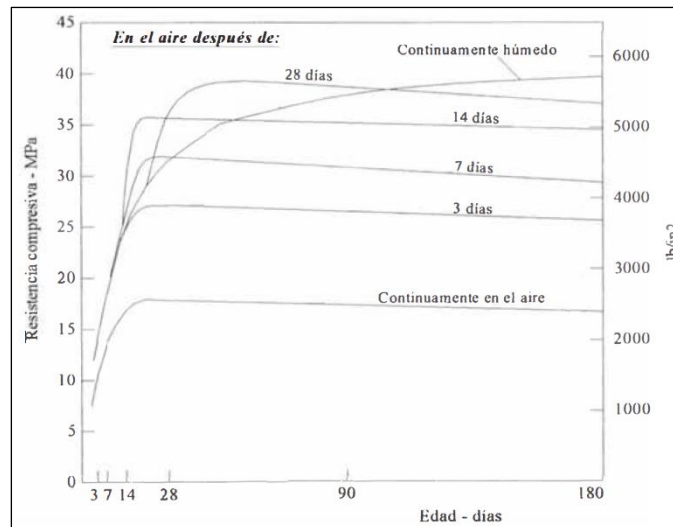


Figura 2: Influencia del curado por humedad en la resistencia del concreto con una relación agua-cemento de 0.50  
Fuente: Tecnología del concreto (Neville y Brooks, 1998)

De la Figura 2, se observa que con un curado húmedo continuo se tienen mejores resultados, sin embargo, en la realidad esto es complicado de realizar. El periodo de curado dependerá principalmente de la función estructural que desempeñe el concreto, de las características climatológicas predominantes, del tipo de cemento a utilizar, de las propiedades que se deseen obtener del concreto, de la temperatura misma del concreto entre otros.

El código ACI 308R (2016) establece un tiempo mínimo de 3 días para cemento Portland de endurecimiento rápido (tipo III); de 7 días para cemento Portland común (tipo I) y de 14 días para cemento Portland de bajo calor (tipo IV). Sin embargo, la norma BS8110: Parte 1: 1985, ha establecido periodos de curado normales para las condiciones siguientes (Neville & Brooks, 1998):

Tabla 4:  
*Periodo mínimo de protección requerido para diferentes cementos y condiciones de curado, como fue prescrito por la norma BS 8110: Parte 1: 1985*

Tipos de Cemento	Periodo mínimo de curado y protección (días) para la temperatura promedio superficial del concreto:		
	Entre 5 y 10 °C (41 °F)	Arriba de 10 °C (50 °F)	Entre* 5 y 24 °C (41 y 77 °F)
	1. Húmedo no protegido (humedad relativa $\geq$ 80%) protegido del sol del viento		
Todos los tipos	Sin requerimientos especiales		
	2. Intermedio entre las condiciones 1 y 3		
Portland común (tipo I) Resistente al sulfato (tipo V) Endurecimiento rápido (tipo III)	4	3	$\frac{60}{t + 10}$
Otros cementos con o sin escoria CCP	6	4	$\frac{80}{t + 10}$
	3. Seco/desprotegido (humedad relativa $\leq$ 50%) desprotegido del sol y del viento		
Portland comun (tipo I) Resistente al sulfato (tipo V) Endurecimiento rápido (tipo III)	6	4	$\frac{80}{t + 10}$
Otros cementos con o sin escoria CCP	10	7	$\frac{140}{t + 10}$

\* Las fórmulas se usan para calcular el periodo mínimo de protección; t es la temperatura (°C)  
Fuente: *Tecnología del concreto (Neville y Brooks, 1998, p. 141)*

### 2.1.3 Recomendaciones para un curado óptimo del concreto

Para lograr un buen curado del concreto debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones (Lam, 2005):

- El agua para curado no debe tener más de 10°C por debajo de la temperatura del concreto, el agua puede ser más fría en un máximo de 10°C respecto del concreto a curar, ya que puede ocasionar problemas en su superficie debido al gradiente de térmico.
- Los elementos verticales de concreto, de superficie coloreada o normales, que van a estar expuestos permanentemente a la intemperie, requieren de cuidados especiales durante su curado (se puede presentar problemas de fisura, aspecto poroso y de alta permeabilidad, mala durabilidad, débil ante la acción de las heladas, climas húmedos y secos, y otros), y deben ser curados como mínimo durante 7 días, en este tipo de elementos es recomendable utilizar sacos de yute o polietileno, pero se ha observado que es más conveniente emplear un compuesto de curado aplicado por aspersión.



- c. Todos los elementos de concreto que van a estar expuestos permanentemente a la intemperie deberán curarse como mínimo 7 días. esto se aplica también a concretos cuyas superficies van a ser tratadas con martelinado o soplado de arenisca.
- d. Para el caso de concreto blanco o de color, se deben utilizar plásticos en lugar de yute, ya que estos últimos pueden generar manchas en la superficie del concreto, siendo las piezas de plástico quienes brindan una mejor protección. En este tipo de concreto se debe tener cuidado al aplicar compuestos de curado, ya que se debe prever que estos no mancharan su superficie.
- e. Cuando se va a curar elementos con armadura de acero sobresalientes en ciertas áreas (continuaciones del refuerzo en los extremos superiores de columnas y muros), se puede evitar las manchas de óxido y de aguas de lluvia que discurre por la superficie de concreto aplicando una lechada de cemento puro sobre el acero de refuerzo o protegiendo el acero con coberturas plásticas adheridas al mismo con cinta adhesiva, antes de aplicar el curado.
- f. Para el curado de losas, este debe iniciarse lo antes posible, en el transcurso de la primera  $\frac{1}{2}$  hora posterior a la desaparición del brillo del agua, y en especial cuando predomine la presencia de vientos secos.
- g. Para losas de grandes dimensiones se suele emplear el curado con membranas, con la ayuda de máquinas de operación mecánica. Para losas o pavimentos pequeños se aplican las membranas de curado con ayuda de un aspersor tipo fumigador de jardín, o se les cubre con yute mojado, arena húmeda, hojas de polietileno o papel de sacos de cemento; los cuales deben conservarse puesto como mínimo durante 7 días, manteniendo la humedad de los mismos, y teniendo especial cuidado en sus bordes, en donde el concreto presenta una mayor tendencia a secarse.
- h. En casos de concreto con acabados superficiales (recubrimientos de arena-cemento, grano lítico, pintura, etc.), se debe evitar utilizar compuestos de curado, puesto que, puede afectar la adherencia.
- i. Cuando en el concreto se va a realizar un enrasado de arena – cemento, se debe evitar usar compuestos de curado y más bien, proceder a conservar húmeda la superficie del concreto (luego de aplicar el enrasado) durante un mínimo de 7 días, con la ayuda de cubiertas de polietileno o papel de sacos de cemento.



En caso de realizar curado del concreto con el método de aplicación de compuestos químicos, es recomendable (Lam, 2005):

- a. El compuesto químico debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 309 (2003) y debe contar con un certificado de calidad del fabricante o de un laboratorio.
- b. El curado del concreto con este método se puede considerar equivalente a 14 días del curado húmedo, siempre que la membrana se mantenga intacta.
- c. Cuando existe la posibilidad de agrietamiento horizontal, es recomendable curar por vía húmeda durante las primeras 24 horas, previo a la aplicación del compuesto.
- d. En el caso de las membranas parafínicas, no se recomienda su uso en superficies que va a recibir tratamiento superficial, ya que estas son difíciles de remover luego de ser aplicadas en el concreto, por lo que se debe recurrir al arenado u otro medio alternativo de remoción, como el empleo de escobillas metálicas, lijas, etc.
- e. Se debe tener en cuenta que la eficiencia mínima promedio de un concreto curado bajo estas condiciones es del 75%, llegando en los mejores casos a alcanzar el 90% de eficiencia.

Para climas especiales como los climas cálidos y fríos, se debe tener en cuenta lo siguiente (Lam, 2005):

- a. Climas cálidos: se denomina clima cálido cuando la temperatura ambiente es mayor a los 28°C, hay baja humedad relativa y altas velocidades del viento. Todas estas condiciones contribuyen a afectar negativamente la resistencia del concreto fresco o endurecido debido a la rápida evaporación del agua de concreto, por lo que este requiere de cuidados rigurosos que permitan la correcta hidratación del cemento.
- b. Clima frío: es aquel en que se presenta por más de 3 días consecutivos las siguientes condiciones (Lam, 2005):
  - Temperatura ambiental promedio diaria menor de 5°C.
  - Temperatura ambiental menor de 10°C por más de la mitad de un periodo de 24 horas.
  - Bajo estas condiciones, el concreto es entado fresco es vulnerable a congelación en condiciones saturadas, por lo que se debe mantener la humedad y temperatura adecuadas en el concreto.



- Como recomendaciones adicionales tenemos:
- Para temperaturas medias menores a 4°C, se debe mantener la temperatura del concreto entre 10 y 21°C durante el periodo especificado de curado.
- Se debe proteger al concreto contra la congelación y deshielo por lo menos hasta que desarrolle una resistencia a la compresión del 35 kg/cm<sup>2</sup>, y no se debe permitir que el concreto sin aire incorporado se congele en condiciones de saturación.
- Se debe evitar el secado excesivo a la concentración inadecuada de calor por efecto del curado con coberturas de aislamiento y calentamiento.
- Cuando se aplique calentamiento artificial, se debe discontinuarse gradualmente al final del proceso de curado, con la finalidad de evitar el fisuramiento del mismo por efecto del cambio brusco de temperatura el descenso total en cualquier porción del concreto no debe exceder en 24 horas a los 4°C para secciones masivas, y los 13°C en secciones delgadas.
- Cuando se emplee calentamiento seco, el concreto se debe curar previamente con agua para prevenir un secado violento, en especial en las losas de piso y techo.
- Cuando se utilicen recintos cerrados para curar el concreto, estos deberán ser herméticos y capaces de resistir la acción del viento y cargas de nieve.

## **2.2 COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO**

Los compuestos líquidos para curado del concreto son productos capaces de formar una membrana de protección sobre el concreto recién desencofrado o también inmediatamente haya desaparecido el agua superficial, previniendo así la pérdida súbita de humedad en la mezcla de concreto o mortero, obteniendo un curado controlado, y eliminando a la vez la necesidad de curar con agua, de manera que nos ayude a reducir costos y tiempo.

Pasquel (1998), menciona que los curadores químicos de concreto, pese a que no encajan dentro de la definición clásica de aditivos, pues no reaccionan con el cemento, constituyen productos que se añaden en la superficie del concreto vaciado para evitar la pérdida de agua y asegurar que exista la humedad necesaria para el proceso de hidratación.

El principio de acción consiste en crear una membrana impermeable sobre el concreto que contrarreste la pérdida de agua por evaporación.



Abanto (1995), manifiesta que estos compuestos consisten esencialmente en ceras, resinas naturales o sintéticas, así como solventes de volatilidad elevada a la temperatura atmosférica y deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C-309.

Los compuestos líquidos de curado que forman membrana deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 309 (2003) y ASTM C 156 (2003).

Entre las materias primas que generalmente se usan en la fabricación de compuestos químicos de curado se pueden mencionar: ceras, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles. Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados; además, no deben reaccionar con la pasta de cemento (SIKA, 2009).

Normalmente se le adiciona un pigmento (blanco, gris, rojo) a mencionados compuestos, con el fin de provocar la reflexión de los rayos solares; además, el pigmento hace visible el compuesto al operario, facilitándole el control de cubrimiento.

Los compuestos que forman membrana normalmente se aplican con fumigadora manual o rociadores mecánicos. Se recomienda aplicarlos en dos capas, la segunda de las cuales debe aplicarse en dirección perpendicular a la primera para garantizar la uniformidad del sello (SIKA, 2009).

El momento óptimo para la aplicación de los compuestos líquidos es aquel en el cual se observa que ha desaparecido agua libre de la superficie del concreto, aunque sin demorar la aplicación tanto que el compuesto sea absorbido por los poros superficiales del concreto (SIKA, 2009).

En condiciones ambientales críticas: alta temperatura, baja humedad relativa y vientos fuertes, además de prever la utilización de barreras para el viento y pantallas que proporcionen sombra, se debe combinar el curado con agua con la aplicación del compuesto líquido. El procedimiento incluye rociar agua, continua y suavemente, sobre la superficie del concreto por un lapso aproximado de 2 horas y proceder luego a aplicar el compuesto curador líquido (SIKA, 2009).

Los compuestos que forman membrana tienen ventajas grandes sobre los demás sistemas que pueden ser explotadas por el constructor (SIKA, 2009):

- No requieren que se les mantenga humedecidos para asegurar que no absorban agua de la mezcla.



- Muy fácil manejo, a diferencia de las telas, arena, paja, pasto.
- Pueden ser aplicados antes de que inicie la aplicación del curado húmedo y se complementan.

Para la determinación de la eficiencia de los curadores químicos (Pasquel, 1998), recomienda hacer pruebas de la eficiencia del curador de acuerdo a como lo recomienda el ACI 318M (2011), obteniéndose probetas cilíndricas de concreto, aplicándoles el curador de igual manera como se hace con las estructuras y dejándolas al pie de obra para que estén sometidas a las mismas condiciones ambientales. Paralelamente se curan bajo condiciones controladas en laboratorio, otra serie de cilindros del mismo concreto, ensayándose ambas series a los 28 días. Se considera que el sistema de curado es efectivo si la resistencia de las curadas en obra es mayor o igual al 85 % del  $f_c$  de las curadas en condiciones controladas, no siendo necesario el cumplimiento de esta condición si la resistencia de las curadas en obra supera en  $35 \text{ kg/cm}^2$  al  $f_c$  especificado.

### **2.2.1 Marco normativo de curadores químicos**

En nuestro medio no se tiene una normativa que regule el uso de los compuestos líquidos formadores de membrana para curado del concreto; sin embargo, existen normas internacionales a las que se toma como referencia, los cuales se mencionan a continuación.

- ACI 308-92: Curado del concreto
- ASTM C 309-98: Especificaciones estándar para compuestos líquidos formadores de membrana para curar hormigón.
- ASTM C156-03: Prueba estándar para retención de agua mediante materiales de curado de hormigón, normaliza el procedimiento a seguir en el ensayo retención de agua en probetas de concreto.

### **2.2.2 Clasificación de curadores químicos**

La norma ASTM C 309 (2003), determina las características del curador líquido que forma membrana. Clasifica estos compuestos químicos de acuerdo a ciertos parámetros que se explican a continuación:

De acuerdo al tipo de compuestos líquidos formadores de membrana son los siguientes:

- Tipo 1: Claro o translucido, sin tinte.





- Tipo 1-D: Claro o translucido, con tinte fugitivo.
- Tipo 2: Pigmentado blanco.

Los según los sólidos disueltos en el contenido serán uno de los siguientes:

- Clase A: Sin restricción en los sólidos dentro del curador.
- Clase B: Sólidos restringido a todo material a base de solo resina.

### 2.2.3 Tipos de compuestos químico

Pasquel (1998), existen básicamente dos tipos de compuestos químicos de aplicación externa:

a. Emulsiones de cera, que al liberar el solvente acuoso dejan una película protectora sobre la superficie. Normalmente son pigmentadas con color blanco para reflejar los rayos solares y reducir la concentración local de temperatura. En otras ocasiones el pigmento es de otro color sólo para poder controlar el progreso de la aplicación. Al cabo de un cierto número de días el pigmento normalmente desaparece.

Este tipo de curadores tiene la particularidad que en climas muy cálidos la película de cera permanece en estado semisólido, debido a las temperaturas superficiales del concreto y la acción solar, dependiendo su eficacia de la calidad del producto en particular, ya que en algunos esto origina que sean permeables, permitiendo la fuga de agua, y en otros constituye una ventaja pues se vuelve menos viscosa la cera y penetra en los poros capilares de la superficie sellándola.

Otra particularidad es que normalmente son difíciles de limpiar, por ejemplo, en la zona de las juntas de contracción o expansión, donde se necesita tener una superficie limpia para la colocación de sellos elásticos, siendo necesario algunas veces recurrir al arenado para eliminar la capa de curador.

b. Soluciones de resinas sintéticas en solventes volátiles, que crean el mismo efecto de una capa de laca o pintura sobre el concreto, sellándolo.

A diferencia de los anteriores, a mayor temperatura, el solvente se volatiliza más rápido y la película protectora se vuelve más rígida, dependiendo su eficacia del contenido de sólidos en la solución. Se



fabrican también con o sin pigmento y normalmente se pueden limpiar con escobilla metálica o con gasolina.

## **2.3 COMPUESTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN**

En el desarrollo del proyecto de tesis se utilizaron 04 compuestos químicos formadoras de membrana, para la selección de las marcas y tipos se tomaron los siguientes criterios:

- Compuestos químicos de mayor uso en la construcción, ciudad Puno.
- Curadores del mismo tipo y/o clasificación.
- Recomendaciones del fabricante para su aplicación en la ciudad Puno (se tomó mayor preponderancia).

Los compuestos químicos con los que se trabajaron son los siguientes:

- Curador químico Kurez Seal
- Curador químico Membranil B
- Curador químico Sika Cem
- Curador químico Z Resinoide

### **2.3.1 Curador químico Kurez Seal**

Kures Seal es un compuesto líquido fabricado por la empresa Química Suiza (QSI), según su hoja técnica, cumple con la norma ASTM C 309 (2003).

#### **2.3.1.1 Descripción**

Kurez Seal es un compuesto líquido que al formar una película sobre la superficie de concreto fresco retiene el agua y restringe al máximo su evaporación, proporcionando así un excelente curado al concreto. Kurez Seal cura, sella y ayuda a eliminar la generación de polvo en la superficie en una sola operación (Chema, 2017).

#### **2.3.1.2 Aplicaciones**

- Pavimentos, losas industriales
- Pisos, muros y columnas
- Concreto caravista
- Elementos prefabricados
- Concreto interior y exterior



### **2.3.2 Curador químico Membranil B**

Membranil B es un curador tipo membrana para clima fríos, suministrado por la empresa Chema. Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 309 (2003), Tipo I, Clase B (Chema, 2017).

#### **2.3.2.1 Descripción**

Membranil B es un curador líquido transparente tipo membrana resinoide para concreto fresco, está formulado para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días a fin de proporcionar la hidratación adecuada. Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C (Chema, 2017).

#### **2.3.2.2 Aplicaciones**

Para el curado de concreto en climas fríos en obras como: losas, columnas, vigas, placas de concreto, calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, cubiertas de puentes, vías peatonales, etc. Además, presenta las siguientes ventajas (Chema, 2017):

- Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C.
- Retiene hasta el 95% del agua del concreto por 7 días.
- Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.
- Resulta económico debido a que se no se necesita de mano de obra especializada, se aplica fácilmente con mochila aspersor.
- Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.
- Después permitir aplicaciones posteriores de pintura o adhesivo para asfalto.
- No se congela a bajas temperaturas.

#### **2.3.2.3 Presentación del producto y rendimiento**

Membranil B viene en envases de 5 gal y 55 gal.

Rinde 20 m<sup>2</sup>/gal., cuando es aplicado con mochila aspersor. Se recomienda no exceder los 20 m<sup>2</sup>/gal., para dar cumplimiento a lo recomendado por la norma de la ASTM.

#### **2.3.2.4 Composición del producto**

Composición general: solución de resina en solventes alifáticos.

Tabla 5:  
*Composición /información de los componentes*

Componentes Peligrosos	Núm. CAS N° EINECS/ELINCS	Símbolo de peligro	Riesgos (Frases R)	Frases S
Hidrocarburo alifático derivado del petróleo	8052-41-3	F, Xi	10, 24, 36/37/38, 66	23,24, 36/37/39, 38

*Fuente: Hoja de Seguridad Membranil B*

### 2.3.3 Curador Sika Cem curador

Sika Cem curador es un compuesto de curado fabricado por la empresa Sika Building Trust, que tiene como referencia la norma NICC Ed. 1 Norma Internacional de control de calidad (Sika, 2014).

#### 2.3.3.1 Descripción

Sika Cem curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento (Sika, 2014).

#### 2.3.3.2 Aplicaciones

Sika Cem curador es indicado para todo tipo de concreto expuesto a la intemperie, tales como: techos, losas o pisos, vigas y/o columnas, veredas, rampas de acceso, canales de riego, carreteras, puentes y construcciones en general de concreto (Sika, 2014).

#### 2.3.3.3 Composición del producto

Descripción química

Silicato de sodio

Tabla 6:  
*Componentes peligrosos: designación según directiva 67/548/EEC*

Número CAS	Concentración	Símbolo de Peligro	Frases R
Silicato de Sodio 1344 - 09 - 08	20 – 50%	C	40, 41

*Fuente: Hoja de seguridad Sika Cem curador.*

### 2.3.4 Curador Z Resinoide

Z Resinoide es elaborado por Z Aditivos Perú, bajo los parámetros de calidad dados por la norma ASTM C 309 (2003), quien clasifica como compuesto tipo 1, clase B, a continuación, se presenta la información técnica del producto (Z Aditivos, 2014).



#### **2.3.4.1 Descripción**

Z Resinoide en un compuesto líquido para formar membrana de curado especial para climas fríos, satisface las normas ASTM C 309 (2003), Tipo I ACI – 308.

En la Tabla 7, se presenta el cuadro resumen de los curadores químicos y en la Tabla 8, se presenta la cotización de los productos para la ciudad de Puno.

Tabla 7:  
*Resumen de compuesto líquidos utilizados en la investigación*

N°	Nombre	Datos Comerciales	Características	Aplicaciones
1	<b>Kurez Seal</b> Presentación: Cilindros de 230 kg (190 L.) y baldes de 25 kg (21 L) Rendimiento: 5.0 m <sup>2</sup> /L – 6 m <sup>2</sup> /L. consumo de 0.17 a 0.2 L/m <sup>2</sup> .	Grupo comercial: QSI una empresa QUICORP Representante: Química Suiza Industrial del Perú S.A. Dir.: Av. República de Panamá 2577, Lima13 – Perú. Telf.: +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211 Web: www.qsindustrial.biz E-mail: ventasconstruccion@qsindustrial.biz ingenieria.pe@qsindustrial.biz	Compuesto líquido que al formar una película sobre la superficie de concreto fresco retiene el agua y restringe al máximo su evaporación, proporcionando así un excelente curado al concreto, aptitud para líquidos, densidad: 1.21 kg/L Se aplica a todo tipo de clima. Cumple con estándares ASTM C – 309.	Pavimentos, losas industriales Pisos, muros y columnas Concreto caravista Elementos prefabricados Concreto interior y exterior
	<b>Membranil B</b> Presentación: Envase de 5 y 55 gal. Rendimiento: 20m <sup>2</sup> /gal. no exceder 1os 20m <sup>2</sup> /gal.	Grupo comercial: CHEMA Chem Master del Perú S.A. Representante: ITICSA Importadora Técnica Industrial y comercial Dir.: Av. Industrial 765 Lima 1 - Perú Telf.: (511) 336 8407 Fax: (511) 336 8408 Web: www.chema.com.pe E-mail: chema@iticsa.com	Curador líquido transparente tipo membrana resinóide para concreto fresco, está formulado para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días a fin de proporcionar la hidratación adecuada. Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C. Cumple norma ASTM C-309, Tipo I, Clase B.	Para el curado de concreto en climas fríos en obras como: losas, columnas, vigas, placas de concreto, calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, cubiertas de puentes, vías peatonales, etc.
3	<b>Sika Cem curador</b> Presentación: Balde x 4 y 20 L Rendimiento: 5 m <sup>2</sup> por litro de Sika@ Cem Curador 0.2 L/m <sup>2</sup> .	Grupo comercial: SIKA - Suiza Building Trust Representante: Sika Perú S.A. Dir.: Centro Industrial "Las Praderas de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y 6, Lurín - Lima Perú Telf.: 618-6060 Fax: 618-6070 Web: www.sika.com.pe E-mail: informacion@pe.sika.com	Es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento. Según el proveedor es para todo tipo de clima. Norma de referencia NICC Ed.1 (Norma Internacional de control de Calidad)	Sika Cem Curador es indicado para todo tipo de concreto expuesto a la intemperie, tales como: Techos, Losas o pisos, Vigas y/o columnas, Veredas, Rampas de acceso, Canales de riego, Carreteras, Puentes, Construcciones en general de concreto.
	<b>Curador Z Resinoide</b> Presentación: 5 galones 55 galones Rendimiento: Rinde 20 m <sup>2</sup> por galón	Grupo comercial: ZADITIVOS S.A. Representante: ZADITIVOS - Perú Dir.: Av. Los Faisanes N° 675 La Campaña, Urb. Parc. Semi Rustica. Chorrillos, Lima – Perú. Telf.: (01)2523058 Cel.: 998128514/996330130 Web: www.zaditivos.com.pe E-mail: ventas2@zcorporacion.com.pe vlacema@zcorporacion.com.pe	Compuesto líquido para formar membrana de curado especial para climas fríos. Especial para climas fríos. Satisface las normas ASTM C 309 Tipo I ACI – 308	Se emplea en pistas, veredas, columnas, placas, vigas, techos, etc. En todo elemento de concreto, Horizontal, Vertical, Inclinado. Placas, columnas inmediatamente después del desencofrados. En lozas cuando haya desaparecido la exudación del concreto (según el clima).



Tabla 8:  
*Cotización de los curadores químicos para la ciudad de Puno*

Representante	Referencia	Curador	Presentación	Precio (S/.) Unitario*
Química Suiza Industrial del Perú S.A.	Dir.: Av. República de Panamá 2577, Lima 13 – Perú. Telf.: +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211 Web: www.qsindustrial.biz E-mail: ventasconstruccion@qsindustrial.biz ingenieria.pe@qsindustrial.biz	Kurez Seal	X 1 gal.	12.97
			X 25 kg	70.80
ITICSA Importadora Técnica Industrial y comercial	Dir.: Av. Industrial 765 Lima 1 - Perú Telf.: (511) 336 8407 Fax: (511) 336 8408 Web: www.chema.com.pe E-mail: chema@iticsa.com	Membranil B	X 1 gal.	53.96
			X 5 gal.	269.78
Sika Perú S.A.	Dir.: Centro Industrial "Las Praderas de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y 6, Lurín – Lima - Perú Telf.: 618-6060 Fax: 618-6070 Web: www.sika.com.pe E-mail: informacion@pe.sika.com	Sika Cem Curador	X 1 gal.	18.55
			X 20 L	98.00
Z ADITIVOS - Perú	Dir.: Av. Los Faisanes N° 675 La Campiña, Urb. Parc. Semi Rustica. Chorrillos, Lima – Perú. Telf.: (01)2523058 Cel.: 998128514/996330130 Web: www.zaditivos.com.pe E-mail: ventas2@zcorporacion.com.pe vlacerna@zcorporacion.com.pe	Z ADITIVOS - Perú	X 1 gal.	31.86
			X 5 gal.	159.30
			X 55 gal.	2431.98

\* Los precios son incluidos IGV.

\* Precios actualizados al mes de setiembre del 2018.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

La ciudad de Puno está ubicada entre las coordenadas geográficas 15°50'15"S 70°01'18"O, comprendido desde la orilla oeste del lago Titicaca, en la bahía interior de Puno, hasta la zona alta (Ventilla), la altitud varía entre los 3.810 a 4.050 msnm (orillas del lago y las partes más altas). Puno es una de las ciudades más altas del Perú y la quinta del mundo.

En clima de Puno es frío montañoso, subhúmedo, de alta sequedad ambiental y de radiación solar extrema, las precipitaciones pluviales son anuales y duran generalmente entre los meses de diciembre a abril, también se originan esporádicas caídas de nieve y granizo, generalmente las precipitaciones son menores a 700 mm, mayores detalles climatológicos se presenta en el Anexo G. La temperatura presenta marcadas diferencias entre los meses de junio y noviembre y con oscilaciones entre una temperatura promedio máxima de 21 °C y una mínima de -22 °C.

El estudio se realizó entre los meses de junio a diciembre del 2018 en la ciudad de Puno.

#### 3.2 PROCESO METODOLÓGICO EN LA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.

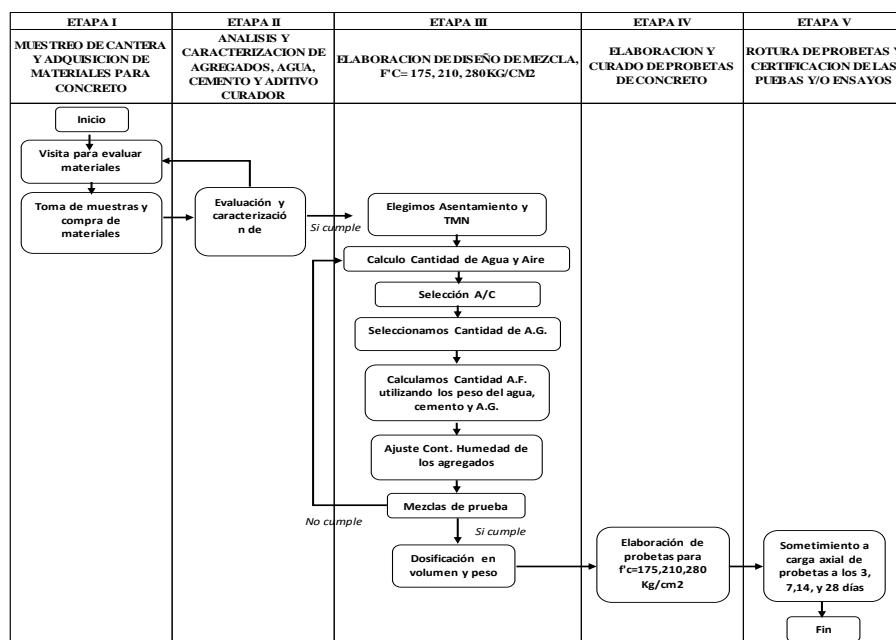


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso metodológico de la investigación



### 3.3 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

#### 3.3.1 Estudio y ubicación de la cantera de los agregados.

Los materiales que se utilizaron para la ejecución de la investigación, fueron extraídos de la cantera del río Cutimbo, se optó por ser más utilizados en la construcción de obras civiles en la ciudad de Puno, además por ser más accesible y de calidad aceptable como se demuestra en los ensayos y pruebas realizadas.



Figura 4: Muestreo del agregado en cantera río Cutimbo

#### 3.3.2 Cantera río Cutimbo

Ubicación : Puente Cutimbo, desvió hacia margen izquierdo de la carretera Puno-Laraqueri (Interoceánica tramo V).

Propietario : Municipalidad Distrital de Pichacani – Laraqueri.

Acceso : Margen izquierdo de la carretera salida a Moquegua Prog. 23+054 (desvió del puente Cutimbo)

Material : Grava y arena de río

Over : 4.5%

Tabla 9:

*Coordenadas UTM de la cantera Cutimbo*

Coordenadas UTM: Zona 19 K				
N.º	Nombre	Norte	Este	Altura
1.-	Cantera río Cutimbo	8227103.00 m S	395004.00 m E	3909.00msnm

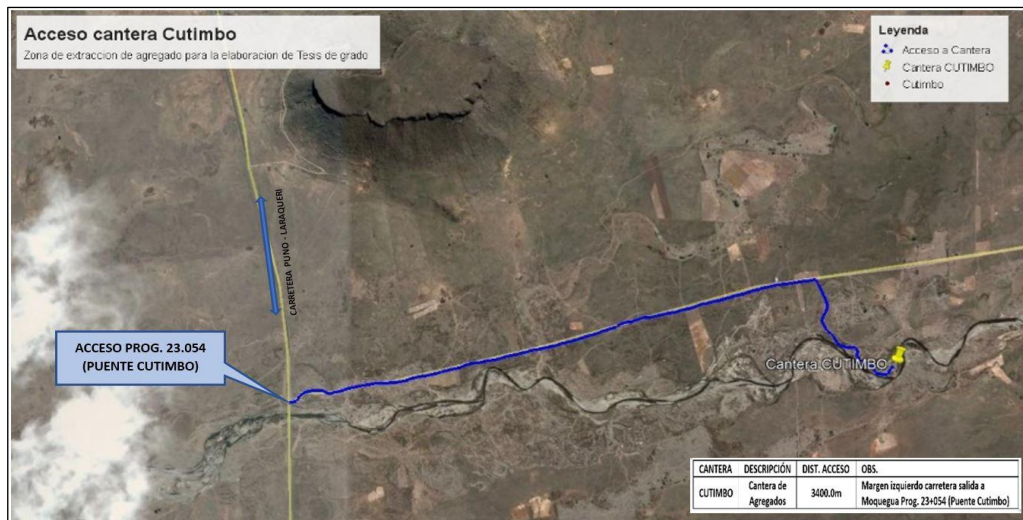


Figura 5: Ubicación de cantera de los agregados

### 3.3.3 Ensayos realizados a los agregados.

Se realizaron ensayos para el agregado grueso y el agregado fino de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales MTC (2000). Además, se tomó como referencia normativa internacional.

El laboratorio en el que se realizó los ensayos y/o pruebas para la presente investigación, es Megalaboratorios del Sur S.R.L de la ciudad de Puno.



Figura 6: Instalaciones del laboratorio Megalaboratorios del Sur.



Figura 7: Equipos, herramientas, materiales y personal técnico del laboratorio

#### 3.3.3.1 Contenido de humedad

El ensayo se realizó de acuerdo al EM 2016, MTC E 108: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, el cual hace referencia a la norma ASTM D 2216 (1998).



Figura 8: Cuarteo de material integral para caracterizar agregados.



Figura 9: Lectura del peso de muestra secada al horno.

### a. Cálculos e informe

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W = contenido de humedad, (%)

M<sub>cws</sub> = peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M<sub>cs</sub> = peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M<sub>c</sub> = peso del contenedor, en gramos

M<sub>w</sub> = peso del agua, en gramos

M<sub>s</sub> = peso de las partículas sólidas, en gramos

Tabla 10:

*Contenido de humedad, agregado grueso*

Muestra N°	1	2	3
Recipiente	T-107	T-74	T-110
Peso del suelo húmedo + recipiente	154.08	164.77	156.26
Peso del suelo seco + recipiente	149.67	159.07	150.69
Peso del agua	4.41	5.70	5.57
Peso del recipiente	39.59	40.46	41.00
Peso del suelo seco	110.08	118.61	109.69
% de humedad	<b>4.01</b>	<b>4.81</b>	<b>5.08</b>
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 11:

*Contenido de humedad, agregado fino.*

Muestra N°	1	2	3
Recipiente	T-140	T-138	T-100
Peso del suelo húmedo + recipiente	135.50	115.60	137.29
Peso del suelo seco + recipiente	130.11	111.54	131.77
Peso del agua	5.39	4.06	5.52
Peso del recipiente	42.92	40.45	43.47
Peso del suelo seco	87.19	71.09	88.30
% de humedad	<b>6.18</b>	<b>5.71</b>	<b>6.25</b>
<b>Promedio</b>		<b>6.05</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 12:

*Resumen del contenido de humedad de los agregados.*

Muestra N°	Contenido de humedad (%)
Agregado grueso	4.6 %
Agregado fino	6.0 %

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.3.3.2 Análisis granulométrico de agregado grueso y fino

El ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo al manual del MTC EM 204: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.

#### a. Muestra

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300gr como mínimo.
- Agregado grueso: La cantidad de muestra de agregado grueso, después de secado, debe ser de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 13:

*Cantidad mínima de muestra de agregado grueso*

Tamaño máximo nominal	Abertura cuadrada	Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	kg
95	(3/8)	1
125	(1/2)	2
190	(3/4)	5
250	(1)	10
375	(1 1/2)	15
500	(2)	20
630	(2 1/2)	35
750	(3)	60
900	(3 1/2)	100
1,000	(4)	150
1,250	(5)	300

*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM 2016; Pág. 304*



Figura 10: Análisis granulométrico por tamizado agregado grueso y fino.



## b. Cálculos e informe

### Agregado grueso

Tabla 14:

*Análisis granulométrico del agregado grueso*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especif. 3/4" NTP 400.037
2"	50.000				100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
3/4"	19.000	792.00	19.05	19.05	80.95	90 - 100
1/2"	12.500	1,171.00	28.17	47.22	52.78	
3/8"	9.500	644.00	15.49	62.71	37.29	20 - 55
1/4"	6.300	842.00	20.25	82.96	17.04	
No.04	4.750	703.00	16.91	99.87	0.13	0 - 10
No.08	2.360	0.00	0.00	99.87	0.13	0 - 5
No.16	1.180	0.00	0.00	99.87	0.13	
No.30	0.600		0.00	99.87	0.13	
No.50	0.300	0.00	0.00	99.87	0.13	
No.100	0.150	0.00	0.00	99.87	0.13	
No.200	0.075	0.00	0.00	99.87	0.13	
<No.200		5.32	0.13	100.00		
<b>Total</b>		<b>4,157.32</b>	<b>100.00</b>	<b>681.5</b>		

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### Gradación elegida para el agregado grueso

Su gradación se deberá ajustar a la señalada en la NTP 400.037 (2014), Requisitos granulométricos del agregado grueso, para nuestro caso se optó la gradación Huso 67 (25 a 4.75mm).

### Curva granulométrica agregado grueso huso 67

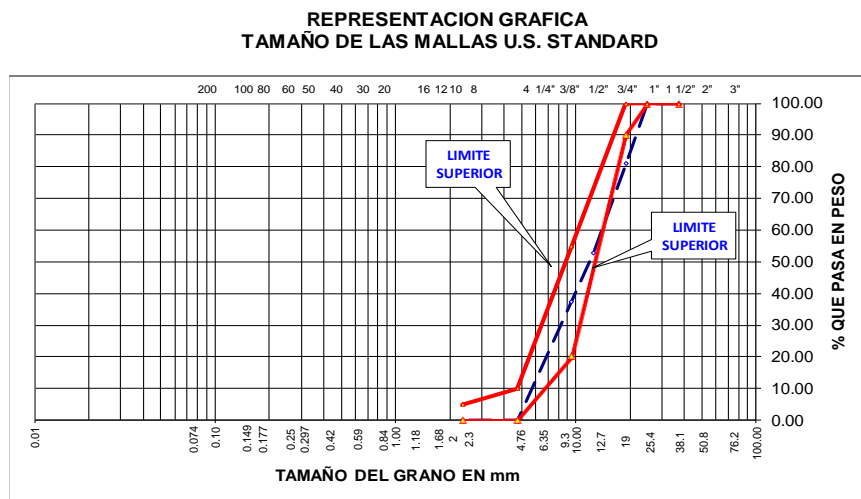


Figura 11: Curva granulométrica agregado grueso

## Agregado fino

Tabla 15:

### *Análisis granulométrico del agregado fino*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especif. ASTM C 33
	80				100	
3/8"	9.500				100.00	100.00
1/4"	6.300					
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100
No.08	2.360	592.00	14.27	14.27	85.73	80 - 100
No.16	1.180	1,224.00	29.50	43.77	56.23	50 - 85
No.30	0.600	1,221.00	29.43	73.20	26.80	25 - 60
No.50	0.300	609.00	14.68	87.88	12.12	10 - 30.
No.100	0.150	270.32	6.52	94.40	5.60	2 - 10.
No.200	0.075	133.12	3.21	97.61	2.39	0 - 3
<No.200		99.21	2.39	100.00		
<b>Total</b>		<b>4,148.65</b>	<b>100.00</b>	<b>313.5</b>		

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## Gradación para el agregado fino

El agregado fino deberá satisfacer el requisito granulométrico de la Tabla 16:

Tabla 16:

### *Requerimientos de granulometría para el agregado fino*

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal	Alterno	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N.º 4	95-100
2,36 mm	N.º 8	80-100
1,18 mm	N.º 16	50-85
600 µm	N.º 30	25-60
300 µm	N.º 50	10-30
150 µm	N.º 100	2-10

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales EG 2013; Pág. 804

## Curva granulométrica del agregado fino

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

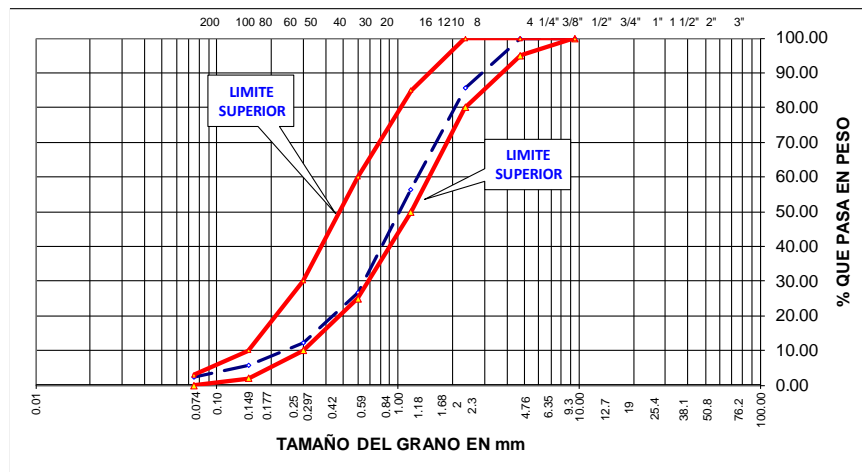


Figura 12: Curva granulométrica agregado fino

### 3.3.3.3 Determinación del módulo de finura de los agregados

#### a. Módulo de finura para el agregado grueso

La suma de los porcentajes retenido acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo dividido entre 100.

$$MF_{A.G.} = \frac{\sum \% \text{Acum. Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

El módulo de fineza del agregado grueso ensayado es:  $MF_{A.G.} = 6.82$

#### b. Módulo de fineza para el agregado fino

Según la norma ASTM C 33/C 33M (2008), establece que el agregado fino debe tener un módulo de finura entre 2.30 y 3.15, donde el valor más alto indica una gradación más gruesa.

La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) esta cantidad se divide entre 100.

$$MF_{A.F.} = \frac{\sum \% \text{Acum. Retenidos (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

El módulo de fineza del agregado fino ensayado es:  $MF_{A.F.} = 3.14$

### 3.3.3.4 Peso específico y absorción del agregado grueso

El ensayo se realizó de acuerdo al EM 2016, MTC E 206: Peso específico y absorción de los agregados gruesos, el cual está basado en la norma NTP 400.021 (2002).



Figura 13: Secado de material saturado después de 24hr.



Figura 14: Determinación de volumen desplazado por la grava

### a. Cálculos e informe

Tabla 17:

*Porcentaje de humedad saturado del agregado grueso*

<b>Porcentaje de humedad saturado del agregado grueso</b>			
<b>N° de tara</b>	<b>T-140</b>	<b>T-100</b>	<b>T-138</b>
Peso de tara gr	42.91	43.46	41.09
Suelo húmedo + tara gr	169.37	179.38	148.45
Suelo seco + tara gr	163.29	173.87	141.98
Peso de agua gr	6.08	5.51	6.47
Peso seco de suelo gr	120.38	130.41	100.89
% de humedad	5.05	4.23	6.41
<b>Promedio</b>		<b>5.23</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 18:

*Peso específico y absorción del agregado grueso.*

<b>Agregado grueso</b>		
<b>Descripción</b>	<b>N° de muestra</b>	
	<b>1</b>	
Peso saturado superficialmente seca (aire) gr.	500.0	
Peso de la probeta + grava S.S. + agua. gr.	935.0	
Volumen de masa + agua gr.	640.8	
Peso material seco en estufa (horno) gr	481.0	
Volumen de masa	500.0	
Peso específico de masa P.E.M. gr/cm <sup>3</sup>	2.082	
P.E. de masa saturada sup. seca gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.165</b>	
Peso específico aparente P.E.A. gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.359</b>	<b>2.36</b>
% de absorción	<b>3.950</b>	<b>3.95</b>
% de porosidad	3.800	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### 3.3.3.5 Gravedad específica y absorción del agregado fino

Mediante el ensayo de gravedad específica, se determina la densidad promedio de una muestra de agregado fino, no incluyendo el volumen de vacíos entre las partículas. El ensayo se realizó de acuerdo al EM 2016, MTC E 205: Gravedad específica y absorción de los agregados finos, el cual hace referencia a la norma NTP 400.022 (2013).



*Figura 15: Materiales y equipos para determinar la gravedad específica.*





Figura 16: Gravedad específica del agregado fino.



Figura 17: Materiales para determinar la condición de SSS de la arena.



Figura 18: Toma de datos del picnómetro, muestra SSS y agua destilada



Figura 19: Suministro de agua destilada en el Picnómetro.

#### a. Cálculos e informe

Tabla 19:  
*Porcentaje de humedad saturado del agregado fino*

<b>Porcentaje de humedad saturado del agregado fino</b>			
Nº de tara	T-107	T-74	T-110
Peso de Tara gr	39.58	40.45	40.98
Suelo húmedo + tara gr	133.40	119.17	117.51
Suelos secos + tara gr	119.95	108.13	107.97
Peso de agua gr	13.45	11.04	9.54
Peso seco de Suelo gr	80.37	67.68	66.99
% de Humedad	16.74	16.31	14.24
<b>Promedio</b>		<b>15.76</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 20:  
*Gravedad específica del agregado fino*

<b>Agregado fino</b>	
Descripción	Nº de muestra <b>1</b>
Peso material. Sat. Sup.seca (aire) gr.	501.00
Peso de mat. S. + balon + agua gr	973.00
Peso de balón + arena superficialmente s. gr.	683.27
Peso del balón gr	182.27
peso del agua gr.	289.73
Peso de mat. Seco en Estufa (Horno) gr	470.00
Volumen de masa	500.00
Peso específico de masa P.E.M. gr/cc	2.235
P.E. de masa saturada sup. seca Gr/cc	<b>2.383</b>
Peso específico aparente P.E.A. gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.256</b> <b>2.256</b>

(...Continúa la Tabla anterior.)

% de absorción	6.596	6.596
% de porosidad	6.200	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.3.3.6 Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados

El ensayo de peso unitario y porcentaje de vacío, generalmente se utiliza para realizar el diseño de mezclas para concreto, pues algunos métodos de diseño lo requieren.

El ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta para luego poder determinar los huecos entre las partículas en una masa del agregado, el tamaño del agregado tiene que estar por debajo de 5 pulgadas. El ensayo se realizó según el EM 2016, MTC E 203: Peso unitario y vacíos de los agregados”, el cual hace referencia a la NTP 400.017 (2011).



Figura 20: Determinación del peso unitario del agregado fino



Figura 21: Ensayo peso unitario compactado del agregado grueso y fino.

#### a. Cálculos e informe

Peso unitario suelto (PUS): es el peso del agregado en forma natural por unidad de volumen conocido. Generalmente este dato se utiliza por temas de conversión de cantidades en peso a cantidades en volumen.

$$PUS = \frac{\text{Peso del material suelto (Kg)}}{\text{Volumen del recipiente}(m^3)}$$

Peso unitario compactado (PUC): el peso unitario compactado es la relación del peso de un material compactado respecto a un volumen conocido. Este ensayo nos puede determinar el grado de compactación que pueden presentar los materiales en su estado natural.

$$PUC = \frac{\text{Peso del material compactado (Kg)}}{\text{Volumen del recipiente(m3)}}$$

El peso unitario varía de acuerdo a las condiciones intrínsecas del agregado, tales como su forma, granulometría y tamaño máximo asimismo depende de factores externos como la relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente, la consolidación, la forma de colocación y otros.

### Peso unitario del agregado grueso



Figura 22: Ensayo para la determinación del peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 21:

#### Peso unitario suelto del agregado grueso

Agregado grueso: peso unitario suelto (PUS)				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,587.0	9,585.0	9,573.0
B. Peso del molde	g	6509.0	6509.0	6509.0
C. Peso del material	g	3078.0	3076.0	3064.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,124.4	2,124.4	2,124.4
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.449	1.448	1.442
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		<b>1.446</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 22:

#### Peso unitario compacto del agregado grueso

Agregado grueso: peso unitario varillado (PUC)				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,884.0	9,885.0	9,830.0
B. Peso del molde	g	6509.0	6509.0	6509.0
C. Peso del material	g	3375.0	3376.0	3321.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,124.4	2,124.4	2,124.4
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.589	1.563
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		<b>1.580</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## Peso unitario del agregado fino



Figura 23: Determinación del peso unitario compacto del agregado fino.

Tabla 23:

*Peso unitario suelto del agregado fino*

<b>peso unitario suelto (PUS)</b>				
<b>Número de muestras</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,609.0	9,616.0	9,583.0
B. Peso del molde	g	6509.0	6509.0	6509.0
C. Peso del material	g	3100.0	3107.0	3074.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,124.4	2,124.4	2,124.4
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.459	1.463	1.447
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		<b>1.456</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 24:

*Peso unitario compacto del agregado fino*

<b>Peso unitario varillado (PUC)</b>				
<b>Número de muestras</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,752.0	9,774.0	9,774.0
B. Peso del molde	g	6509.0	6509.0	6509.0
C. Peso del material	g	3243.0	3265.0	3265.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,124.4	2,124.4	2,124.4
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.527	1.537	1.537
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		<b>1.533</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.3.3.7 Material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (N° 200)

La separación de las partículas más finas que pasan el tamiz N°200 (0.075 mm), pueden ser separados de manera más eficiente mediante la vía húmeda (lavado); pues brinda mejor precisión que el tamizado en seco. El ensayo se realizó según el EM 2016, MTC E 202: Cantidad de material fino que pasa el Tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado, el cual hace referencia a la NTP 400.018 (2002).



Figura 24: Lavado de muestra en el tamiz N°200 del agregado fino.

#### a. Cálculos e informe

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

Donde:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado.

B = Peso seco de la muestra original, en gramos.

C = Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.

Tabla 25:

*Ensayo que pasa por el tamiz N°200(0.075) del agregado fino.*

<b>Control de ensayo que pasa por el tamiz (N 200)</b>		
(NORMA NTP 400.018 - ASTM C 117)		
Descripción	Muestra	
	Muestra N° 01	Muestra N° 02
Peso original de la muestra seca.....B	251.00	256.00
Peso de la muestra seca después de lavada.....C	244.00	249.00
Diferencia	7.00	7.00
% del material fino que pasa el tamiz N 200...A	2.79	2.73
<b>Promedio</b>	<b>2.76</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### b. Especificaciones

El porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200, debe ser como máximo el 3% para agregado fino.

#### 3.3.3.8 Ensayo de abrasión

El ensayo nos permite determinar el desgaste producido por una combinación de impacto y rozamiento superficie del agregado con la que se prepara el concreto, cuya granulometría será previamente preparada.

La resistencia a la abrasión se usa generalmente como un índice de calidad de los agregados, pues proporciona cierta indicación de la capacidad de estos para producir concretos resistentes.

El ensayo se realizó según la NTP 400.019 (2002): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

### a. Materiales y equipos

- Máquina de Los Ángeles: la máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad uniforme. Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.
- Balanza y tamices
- Esferas: consiste en esferas de acero de aprox. 46.8 mm (1 27/32 pulgadas) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

Tabla 26:

*Numero de esferas y peso según gradación*

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM 2016; Pág. 316*

### b. Muestra

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a  $110 \pm 5$  °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla 26, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas en el agregado como conforme para el trabajo.

Tabla 27:

*Gradación de las muestras para el ensayo de abrasión.*

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, gr			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	--	--	--
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	--	--	--
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	--	--
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	--	--
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	--	--	2 500 ± 10	--
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (N° 4)	--	--	2 500 ± 10	--
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	--	--	--	5 000
Total		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM 2016; Pág. 316*

Para realizar el ensayo de abrasión al agregado grueso, se optó la gradación "A",





### c. Procedimiento

1. Para realizar el ensayo de abrasión en la maquina Los Ángeles, se realizará el cribaje para separar las fracciones de distintos tamaños.
2. Lavar las muestras para eliminar finos y partículas ajenas.
3. Posteriormente se debe secar la muestra hasta lograr el peso constante en el horno a una temperatura de 105° C a 110° C (221° F a 230° F).
4. Se realiza el cribaje en las mallas 1", ¾", ½", 3/8" y ¼", una vez obtenidas las fracciones de distinto tamaño, se combinarán las cantidades necesarias para dar al material la graduación especificada en la Tabla 27.
5. El peso de la muestra se determinará antes de la prueba con la máquina de los Ángeles, registrándose con una aproximación de 1 g.
6. Se coloca la muestra seleccionada a la maquina los ángeles con 12 esferas para la gradación "A", según cuadro anterior.
7. Accionar la máquina para que gire a 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 r.p.m.
8. Después del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y retirar las esferas.
9. Hacer una separación preliminar del material, cribándolo por la malla No. 4.
10. El material que pasó la malla No. 4, cribarlo por la malla No. 12.
11. El material que se retuvo en la malla No. 4, mezclarlo con el que retuvo la No. 12.
12. El material que retuvo la malla No. 12, lavarlo para quitarle los finos adheridos a las partículas.
13. Una vez lavado el material, colocarlo en el horno durante 24 horas hasta secarse a peso constante, a una temperatura de 105° C a 110° C (221° F a 230° F) y se pesa con una aproximación de 1 g.
14. Expresar la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de prueba como un porcentaje del peso original, este valor se presenta como el % de pérdida por abrasión.



Figura 25: Cribado del agregado grueso para el ensayo de Abrasión



Figura 26: Muestra para preparada para abrasión.

$$\text{Pérdida máxima} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

#### d. Cálculos e informe

Peso de la muestra seca del agregado = 5014.00gr.

Tabla 28:

*Resultados obtenidos del ensayo de abrasión.*

<b>Desgaste de abrasión</b>		
ASTM C131		
Muestra N°	01	01
Gradación	"A"	"A"
Cargas o esferas	Peso g. 5.3609	N° 12 Unid.
<b>Tamices ASTM</b>		
2" - 1"		
1" - 3/4"	1250	1251
3/4" - 1/2"	1258	1253
1/2" - 3/8"	1253	1250
3/8" - 1/4"	1253	1257
1/4" - N° 4	-	-
N° 4 - N° 8	-	-
<b>Peso muestra</b>	<b>5014</b>	<b>5,011.00</b>
<b>Retenida malla N°12</b>	<b>3848.00</b>	<b>3838.00</b>
Que pasa la malla N°12	1166.00	1173.00
Porcentaje perdida o desgaste	23.25	23.41
<b>Perdida promedio</b>	<b>23.33 %</b>	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 29:

*Resultado comparativo del ensayo de abrasión*

**Resultados:**

Resistencia al desgaste	Porcentaje de perdida
<b>76.67 %</b>	<b>23.33 %</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo





Figura 28: Colocado del agregado en la máquina de abrasión.



Figura 27: Muestra desgastada y esferas para abrasión.

## e. Especificaciones

El porcentaje máximo de pérdida en peso del agregado sujeto a la prueba de los Ángeles, deberá ser como máximo el 40% para grava, grava triturada o roca triturada.

### 3.3.4 Resumen de ensayos y pruebas realizados a los agregados

#### a. Agregado grueso

Tabla 30:

*Resumen de requisitos y ensayos realizados al agregado grueso*

Ensayo	Norma MTC	Norma NTP	Norma ASTM	Requisito	Resultados obtenidos	Observaciones
Contenido de humedad, %	MTC E 108	-	D2216	No específica	<b>4.630</b>	<i>Aceptable</i>
Módulo de finura, Adimen.	-	-	-	No específica	<b>6.820</b>	<i>Aceptable</i>
Porcentaje de humedad saturado, %	-	-	-	No específica	<b>5.230</b>	<i>Aceptable</i>
Peso específico masa saturada, gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 206	NTP 400.021	-	No específica	<b>2.165</b>	<i>Aceptable</i>
Peso específico aparente, gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 206	NTP 400.021	-	No específica	<b>2.359</b>	<i>Aceptable</i>
Absorción, %	MTC E 206	NTP 400.021	-	No específica	<b>3.950</b>	<i>Aceptable</i>
Porosidad, %	MTC E 206	NTP 400.021	-	No específica	<b>3.800</b>	<i>Aceptable</i>
Peso unitario suelto (PUS), gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 203	NTP 400.017	-	No específica	<b>1.446</b>	<i>Aceptable</i>
Peso unitario compacto (PUC), gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 203	NTP 400.017	-	No específica	<b>1.580</b>	<i>Aceptable</i>
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo	MTC E 207	NTP 400.019 400.020	-	40	<b>23.33</b>	<i>Cumple</i>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 31:

*Requisitos de granulometría para el agregado grueso (Huso 67)*

Tamiz		Porcentaje que pasa (Huso 67)	Resultado de ensayo realizado (%)	Observaciones
Normal	Alternativo			
Tamaño nominal		19,0 mm (¾ plg)	<b>¾"</b>	<i>Cumple</i>
25,0 mm	1"	100	<b>100</b>	<i>Cumple</i>
19,0 mm	¾"	90 - 100	<b>80.95</b>	<i>Aceptable</i>
9,5 mm	⅜"	20 - 55	<b>37.29</b>	<i>Cumple</i>
4,75 mm	N.º 4	0 - 10	<b>0.13</b>	<i>Cumple</i>
2,36 mm	N.º 8	0 - 5	<b>0.13</b>	<i>Cumple</i>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## b. Agregado fino

Tabla 32:

### *Resumen de requisitos y ensayos realizados al agregado fino*

Ensayo	Norma MTC	Norma NTP	Norma ASTM	Requisito	Resultados obtenidos	Observaciones
Contenido de humedad, %	MTC E 108	-	D2216	No específica	<b>6.050</b>	<i>Aceptable</i>
Módulo de finura, Adimen.	-	-	C33	2.30 - 3.15	<b>3.130</b>	<i>Cumple</i>
Porcentaje de humedad saturado, %	-	-	-	No específica	<b>15.76</b>	<i>Aceptable</i>
Gravedad específica masa saturada, gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 205	NTP 400.022	-	No específica	<b>2.383</b>	<i>Aceptable</i>
Gravedad específica aparente, gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 205	NTP 400.022	-	No específica	<b>2.256</b>	<i>Aceptable</i>
Absorción, %	MTC E 205	NTP 400.022	-	No específica	<b>6.596</b>	<i>Aceptable</i>
Porosidad, %	MTC E 205	NTP 400.022	-	No específica	<b>6.200</b>	<i>Aceptable</i>
Peso unitario suelto (PUS), gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 203	NTP 400.017	-	No específica	<b>1.456</b>	<i>Aceptable</i>
Peso unitario compacto (PUC), gr/cm <sup>3</sup>	MTC E 203	NTP 400.017	-	No específica	<b>1.533</b>	<i>Aceptable</i>
Material que pasa el tamiz N°200, % máximo	MTC E 202	NTP 400.018	-	3	<b>2.76</b>	<i>Cumple</i>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 33:

### *Requisitos de granulometría para el agregado fino*

Tamiz		Porcentaje que pasa (ASTM C 33)	Resultado de ensayo realizado (%)	Observaciones
Normal	Alternativo			
9,5 mm	3/8"	100	<b>100</b>	<i>Cumple</i>
4,75 mm	N.º 4	95 - 100	<b>100</b>	<i>Cumple</i>
2,36 mm	N.º 8	80 - 100	<b>85.73</b>	<i>Cumple</i>
1,18 mm	N.º 16	50 - 85	<b>56.23</b>	<i>Cumple</i>
600 µm	N.º 30	25 - 60	<b>26.80</b>	<i>Cumple</i>
300 µm	N.º 50	10 - 30	<b>12.12</b>	<i>Cumple</i>
150 µm	N.º 100	2 - 10	<b>5.60</b>	<i>Cumple</i>
75 µm	N.º 200	0 - 3	<b>2.39</b>	<i>Cumple</i>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.3.5 Agua utilizada

El agua que se utilizó para la presente investigación es agua potable para el consumo humano, suministrado por la Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno (EMSA Puno S.A.), que fue tomado directamente de las instalaciones de Megalaboratorio del Sur S.R.L.

### 3.3.6 Material cementante

Para la elaboración del concreto se optó trabajar con cemento Portland IP ASTM C 150 (2018) marca RUMI de 42.5 kg de peso; el cemento es suministrada por Cemento Sur S.A.

El cemento Portland IP es el de mayor uso en construcciones en la región de Puno, motivo por el cual se selecciona el aglomerante.

### 3.3.7 Curadores químicos de concreto utilizados en la investigación

El objetivo de la investigación es evaluar los curadores químicos de aplicación externa de mayor utilización en nuestra región de Puno. A continuación, se menciona los compuestos curadores utilizados en la investigación:

Kurez Seal (KS): compuesto curador para concreto caravista.

Membranil B (MB): compuesto químico para curado en altura.

Sika Cem curador (SC): curador químico para concreto.

Curador Z Resinoide (ZR): compuesto químico para todo tipo de clima.



Figura 29: Curadores químicos utilizados en la investigación.

La hoja técnica (HT) del producto; en algunos casos de la Hoja de Seguridad (HS); y los certificados de calidad proporcionados por los fabricantes, se presentan en el Anexo E.



Figura 30: Curadores Membranil B, Sika Cem, Kurez Seal y Z Resinoide.

Tabla 34:

*Resumen de curadores químico utilizados en la investigación*

**Cuadro resumen de curadores químicos de aplicación externa utilizados en la investigación**

Curador	Descripción	Composición general	Tipo de climas	Normas referencia	Presentación	Rendimiento	Datos técnicos	Costo
<b>Kurez Seal</b>	Compuesto líquido que al formar una película sobre la superficie de concreto fresco retiene el agua y restringe al máximo su evaporación, proporcionando así un excelente curado al concreto.	Mezcla de silicatos en disolución	No menciona en la H.T. según proveedor para todo tipo de clima	Cumple norma ASTM C - 309	Cilindros de 230 kg (190 L) y baldes de 25 kg (21 L.)	Rendimiento 5.0 m <sup>2</sup> /l – 6 m <sup>2</sup> /l, consumo de 0.17 a 0.2 l/m <sup>2</sup> .	Apariencia: Líquido Densidad: 1.21 kg/L	Kurez Seal x 25kg a S/. 70.80 (Inc. IGV)
<b>Membranil B</b>	Es un curador líquido transparente tipo membrana resinoide para concreto fresco, está formulado para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días a fin de proporcionar la hidratación adecuada.	Solución de resinas de solvente alifático.	Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C	Cumple norma ASTM C-309, Tipo I, Clase B	Envase de 5 gal. Envase de 55 gal.	Rinde 20m <sup>2</sup> /gal. no exceder los 20m <sup>2</sup> /gal.	Apariencia: Líquido. Color: Ámbar. Densidad: 3.10 – 3.20 kg/gal.	Membranil B x 5 Gal. a 269.78 (Inc. IGV)
<b>Sika Cem curador</b>	Es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.	Silicato de sodio	No menciona en la H.T. según proveedor para todo tipo de clima	NICC Ed.1 (Norma Internacional de control de Calidad)	Balde x 4 L Balde x 20 L	Rendimiento es de 5 m <sup>2</sup> por litro de Sika Cem Curador 0,2 L/m <sup>2</sup> .	1.11 +/- 0.01 kg/L	Sika Cem curador x 20 Litros a S/.98.00 (Inc. IGV)
<b>Curador Z resinoide</b>	Compuesto líquido para formar membrana de curado especial para climas fríos.	Barniz transparente	Especial para climas fríos.	Satisface las normas ASTM C 309 Tipo I, ACI – 308	5 galones 55 galones	Rinde 20 m <sup>2</sup> por galón	0.85 +/- 0.01 kg/L	Curador Z Resinoide x 5 Gal. a S/.159.30 (Inc. IGV)

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.4 ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Para la elaboración del concreto se realizó previamente los ensayos y la verificación de los componentes principales, los cuales se menciona a continuación:

Tabla 35:

*Resumen de propiedades físicas de los materiales para el diseño.*

Descripción	Unidad	Material cementante	Agregados	
			Grueso	Fino
Tamaño máximo	Pulg		3/4"	Nº4
Peso específico	kg/m <sup>3</sup>	2.82	2165	2383
Peso unitario	kg/m <sup>3</sup>	1500.3		
Peso unitario suelto (PUS)	kg/m <sup>3</sup>		1446	1456
Peso unitario compacto (PUC)	kg/m <sup>3</sup>		1580	1533
Contenido de humedad	%		4.630	6.050
Absorción	%		3.950	6.596
Módulo de fineza	Adimen.		6.820	3.140

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### 3.4.1 Diseño de mezclas método CAPECO - ACI

En general existen muchos métodos de cálculo para la selección y ajuste de las dosificaciones de concreto de peso normal. Sin embargo, todos ellos sólo establecen una primera aproximación de proporciones con el propósito de ser verificados por coladas de prueba en el laboratorio o en el campo, y hacer los ajustes necesarios para producir las características deseadas del concreto.

La Cámara Peruana de la Construcción CAPECO, una asociación civil sin fines de lucro, que tiene el objetivo de fomentar la investigación para el mejoramiento de la construcción; en su publicación de titulada Costos y Presupuestos en construcción, realiza un diseño de mezclas con fines prácticos haciendo uso de las tablas del ACI determina el cálculo de los materiales a dosificar para la elaboración del concreto el cual se desarrolla en la presente.

##### 3.4.1.1 Diseño de mezclas para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - método CAPECO – ACI

###### Datos de diseño

- Resistencia especificada :  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- Clima : Frio
- Temperatura ambiente :  $-4^\circ\text{C}$  a  $17^\circ\text{C}$  (Temperatura promedio en Puno)
- Tipo de control en obra : En las tablas del CAPECO se puede determinar qué grado de control de calidad se implementara en el proyecto, en función a la misma se realizara correcciones. Para nuestro caso, trabajaremos con materiales variables, dosificación por volumen sin supervisión especializada.

### PASO 1: Selección del asentamiento.

Si el asentamiento no está especificado se puede optar según la Tabla 36:

Tabla 36:

*Asentamientos recomendados para diferentes tipos de construcción*

<b>Tabla A</b>		
<b>Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción</b>		
<b>Tipo de Construcción</b>	<b>Slump</b>	
	<b>Máximo (pulg)</b>	<b>Mínimo (pulg)</b>
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
- Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
- Vigas y muros reforzados	4	1
- Columnas de edificios	4	1
- Pavimentos y losas	3	1
- Concreto masivo	2	1

*Los Valores Máximos pueden ser incrementados en 1" para métodos de consolidación diferentes de vibración.*

*Fuente: Costos y Presupuestos en Edificación, CAPECO, Pág. 15*

Para el diseño se trabajará con asentamiento de 3" a 4" (Mezcla plástica)

### PASO 2: Selección del tamaño máximo del agregado.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible y consistente con las dimensiones de la estructura; además nos pueda ayudar en la trabajabilidad.

El tamaño máximo seleccionado es T.M. = ¾".

### PASO 3: Estimación del agua de mezclado

La cantidad de agua que se requiere para obtener un asentamiento dado depende del tamaño máximo, forma de partículas y gradación de los agregados. La Tabla 37 proporciona una estimación del agua de mezclado para diferentes tamaños de agregados.

Tabla 37:

*Requerimiento de agua de mezclado para diferentes slump y T.M. de agregados*

<b>Tabla B</b>			
<b>Requerimientos aproximados de agua de mezclado para diferentes Slump y tamaño máximo de agregados</b>			
<b>Slump</b>	<b>Agua en kg/m<sup>3</sup> de concreto</b>		
	<b>Tamaño máximo del agregado</b>		
(pulg)	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

*Fuente: Costos y Presupuestos en Edificación, CAPECO, Pág. 16*

También se puede tomar en cuenta tablas del ACI, para la determinación de la cantidad de agua por metro cubico; para el diseño se optó la siguiente tabla:



Tabla 38:

*Volumen unitario de agua en L/m<sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales*

<b>Volumen unitario de agua en L/m<sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencias indicadas</b>								
<b>Asentamiento</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
<b>Volumen de agua para concretos sin aire incorporado</b>								
1" @ 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" @ 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" @ 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% de aire atrapado (normal)								
<b>Aire</b>	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Volumen de agua para concretos con aire incorporado</b>								
1" @ 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" @ 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" @ 7"	216	205	197	184	174	166	154	
% de aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

*Fuente: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91), Pág. 8*

Con los datos de TM=3/4" y asentamiento de 3" a 4"; ingresamos a la Tabla 38, de donde calculamos.

Volumen unitario de agua=205 L/m<sup>3</sup>

#### **PASO 4: Selección de la relación agua-cemento.**

La relación agua - cemento para esta oportunidad se seleccionará solamente por resistencia; a continuación, se presenta la tabla C que conservadoramente establece los factores K de incremento  $f'_{cr}=K \cdot f'_c$

Determinación de la resistencia requerida promedio ( $f'_{cr}$ ); según Tabla 39 del CAPECO

Tabla 39:

*Valores conservadores según CAPECO.*

<b>Tabla C</b>	
<b>Condiciones</b>	<b>K</b>
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
<i>(...Continúa la Tabla anterior.)</i>	
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.50

*Fuente: Costos y Presupuestos en Edificación, CAPECO, Pág. 16*



Del cuadro escogemos  $K=1.25$ , ya que se trabajará con materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica.

$$f'_{cr} = Kx f'_c$$

$$f'_{cr} = 1.50 \times 175 = 262.50 \text{ kg/cm}^2$$

Para  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$

Se tiene  $f'_{cr} = 262.50 \text{ kg/cm}^2$

Para la determinación de la relación de agua – cemento, trabajamos con la Tabla 40:

Tabla 40:

*Relación agua - cemento de diseño en peso.*

<b>Relación agua - cemento de diseño en peso</b>		
<b>f 'cr (28 días)</b>	<b>Concreto sin aire incorporado</b>	<b>Concreto con aire incorporado</b>
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

*Fuente: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91).*

Del cuadro determinamos para  $f'_{cr} = 262.50 \text{ kg/cm}^2$  la relación a/c realizando una interpolación:

f 'cr (28 días)                      Relación a/c (sin aire incorporado)

250 kg/cm<sup>2</sup>                      ----- 0.62

262.50 kg/cm<sup>2</sup>                      ----- X

300 kg/cm<sup>2</sup>                      ----- 0.55

$$X = 0.62 - \frac{(0.62 - 0.55) * (250 - 262.50)}{(250 - 300)} = 0.60$$

Entonces la relación a/c=0.60

#### **PASO 5: Contenido de cemento**

El cemento requerido es igual al agua de mezclado entre la relación agua-cemento

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3) = \frac{\text{Agua de mezclado (kg/m}^3)}{\text{relacion a/c para } f'_{cr}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{205}{0.60} = 340.25 \text{ kg/m}^3 = 8.01 \text{ bolsas}$$

#### **PASO 6: Estimación del contenido de agregado grueso**

El volumen del agregado grueso por unidad de volumen se estimará según la siguiente tabla:



Tabla 41:

*Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto.*

<b>Selección del agregado grueso</b>						
Tamaño máximo nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino					
	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42	
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73	
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	

Fuente: *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91).*

Con el módulo de fineza del agregado fino de 3.14 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", entramos a la tabla correspondiente e interpolando.

Módulo de finura	Volumen agregado grueso (m <sup>3</sup> )
3.0	----- 0.60
TMN=3/4" 3.14	----- X
3.2	----- 0.58

$$X = 0.60 - \frac{(0.60 - 0.58) * (3.0 - 3.14)}{(3.0 - 3.2)} = 0.586$$

Obtenemos que el volumen del agregado grueso por unidad de volumen es: 0.59

$$\text{Cant. agregado grueso (kg)} = [\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)}] \times \text{Peso unitario Compacto (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Cant. agregado grueso} = 0.586 \times 1580.40 = 926.11 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 926.11 \text{ kg}$$

#### **PASO 7: Contenido de volumen absoluto y contenido de agregado fino**

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{Peso Especifico} * 1000} = \frac{340.25}{2.82 * 1000} = 0.121 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Vol. unitario agua}}{\text{Peso Especifico} * 1000} = \frac{205}{1.0 * 1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2.0\% = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{Peso Agregado Grueso}}{\text{Peso Especifico} * 1000} = \frac{926.11}{2.165 * 1000} = 0.428 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado total volumen conocido} = 0.773 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto agregado fino} = (1 - \text{Suma agreg. total conocido})$$

$$\text{Volumen absoluto agregado fino} = (1 - 0.773)$$

$$\text{Volumen absoluto agregado fino} = 0.227$$

$$\text{Peso agregado fino seco} = (\text{Vol. Abs. agregado fino}) * (\text{Peso especifico de masa})$$

$$\text{Peso agregado fino seco} = (0.227) * (2383) = 539.94 \text{ kg}$$



### PASO 8: Ajustes por contenido de humedad de los agregados

$$\text{Peso agregado grueso humedo}(kg) = \left[ \begin{array}{c} \text{peso del agregado} \\ \text{grueso seco} \\ (kg) \end{array} \right] xa\%$$

$$\text{Peso agregado fino humedo}(kg) = \left[ \begin{array}{c} \text{peso del agregado} \\ \text{fino seco} \\ (kg) \end{array} \right] xc\%$$

$$\text{Agua en agregado grueso} = \left[ \begin{array}{c} \text{peso del agreg.} \\ \text{grueso seco} \\ (kg) \end{array} \right] * (a\% - b\%) = X \text{ Kg}$$

$$\text{Agua en agregado fino} = \left[ \begin{array}{c} \text{peso del agreg.} \\ \text{fino seco} \\ (kg) \end{array} \right] * (c\% - d\%) = Y \text{ Kg}$$

$$\text{Agua de meclado neta} = \text{Agua de mezclado}(kg) - (X + Y)$$

Donde:

Agregado grueso: Humedad total: a%  
% absorción: b%  
Agregado fino : Humedad total: c%  
% absorción: d%

$$\text{Peso agregado grueso humedo} = [926.11]x(1 + 4.63\%) = 968.99 \text{ kg}$$

$$\text{Peso agregado fino humedo} = [539.94]x(1 + 6.048\%) = 572.59 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el gregado grueso} = [926.11]x(4.63\% - 3.95\%) = 6.3 \text{ kg}$$

$$\text{Agua agregado fino} = [539.94]x(6.048\% - 6.596\%) = -2.96 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de mezcla neta} = (205) - (6.3 - 2.96) = 201.66 \text{ L}$$

### PASO 9: Las proporciones en peso.

Descripción	m <sup>3</sup>	Proporción(1bol)
Cemento:	340.25 kg	1
Agregado Grueso:	968.99 kg	2.85
Agregado Fino:	572.59 kg	1.68
Agua neta:	201.66 L	25.20 L

### PASO 10: Las proporciones en volumen.

Descripción	m <sup>3</sup>	Proporción (1 pie <sup>3</sup> )
Cemento:	340.25 kg	1 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	968.99 kg	2.95 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino:	572.59 kg	1.73 pie <sup>3</sup>
Agua neta:	201.66 L	25.20 L



### 3.4.1.2 Diseño de mezclas para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Método CAPECO – ACI

#### Proporciones en peso.

Descripción	$\text{m}^3$	Proporción (1bol)
Cemento:	387.52 kg	1
Agregado Grueso:	968.99 kg	2.50
Agregado Fino:	530.23 kg	1.37
Agua neta:	201.44 L	22.09 L

#### Proporciones en volumen.

Descripción	$\text{m}^3$	Proporción (1 pie <sup>3</sup> )
Cemento:	387.52 kg	1 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	968.99 kg	2.56 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino:	530.23 kg	1.41 pie <sup>3</sup>
Agua neta:	201.44 L	22.09 L

### 3.4.1.3 Diseño de mezclas para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - método CAPECO – ACI

#### Proporciones en peso.

Descripción	$\text{m}^3$	Proporción (1 bol)
Cemento:	500.00 kg	1
Agregado Grueso:	968.99 kg	1.94
Agregado Fino:	429.43 kg	0.86
Agua neta:	200.92 L	17.08 L

#### Proporciones en volumen.

Descripción	$\text{m}^3$	Proporción (1 pie <sup>3</sup> )
Cemento:	500.00 kg	1 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	968.99 kg	2.01 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino:	429.43 kg	0.88 pie <sup>3</sup>
Agua neta:	200.92 L	17.08 L

### 3.4.2 Elaboración de testigos de concreto

Se elaboraron probetas cilíndricas de concreto, para luego someterlas a condiciones atmosféricas de la zona, con la finalidad de plantear y comparar situaciones de curado como es el curado estándar (sumergido al agua), condiciones ambientales (sin curado) y curado con membranas de aplicación externa (aplicando curador Kurez Seal, Membranil B, Sika Cem curador y Curador Z Resinoide).

### 3.4.2.1 Procedimiento para la elaboración del concreto

- Para la elaboración los materiales componentes se dosificaron en peso, utilizando una balanza de precisión, previamente los agregados fueron separados por la malla 3/8" para obtener el agregado grueso y fino.
- Se prepararon los moldes cilíndricos con dimensiones, 15 cm de diámetro y altura de 30 cm utilizando un desmoldante de concreto para que no pegue el concreto a las paredes.
- Se realizó el colocado de los materiales de la siguiente manera primero el agua seguido del agregado grueso y agregado fino.
- Se realizó el mezclado en el equipo de 4.5 pies<sup>3</sup> de capacidad durante 2 min aproximadamente; posterior a ello se realizó el ensayo de asentamiento con el Cono de Abrams, el cual debe quedar entre 3-4pulg. (consistencia plástica). para después proceder con el vaciado en los moldes necesarios.



Figura 31: Separación del agregado grueso y agregado fino.



Figura 32: Suministro de agregados a la mezcladora de concreto.

### 3.4.2.2 Equipos y/o instrumentos utilizados

- Balanza electrónica de precisión
- Mezcladora de concreto de 4.5 pies<sup>3</sup>
- Varilla de acero con punta redondeada de 5/8" para realizar el compactado de la mezcla.
- Martillo de goma de 0.5 kg.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería



*Figura 33: Dosificación del cemento Portland en peso.*

### 3.4.2.3 Moldeado de los cilindros de prueba

- Se utilizaron moldes cilíndricos con un diámetro de 6” y una altura de 12” para la toma de muestras (probetas cilíndricas) de acuerdo a la NTP 339.183 (2013).
- Las probetas fueron elaboradas de según a la normativa mencionada.
- Se instaló los moldes cilíndricos en una superficie nivelada.
- Se realizó el repaso de una capa con desmoldante en las paredes y la base inferior del molde cilíndrico.
- Se procedió al llenado de los moldes en tres capas de igual espesor.
- Se compactó cada capa
- La parte superior se realizó el enrasado y nivelado con plancha de albañil
- Finalmente, se le rotulo en la superficie plana la fecha y la resistencia del concreto vaciado



*Figura 34: Toma de muestras de concreto fresco.*



*Figura 35: Verificación del asentamiento en el concreto.*



*Figura 36: Moldes de 15x30cm y elaboración de probetas de concreto.*

### **3.4.3 Proceso de curado de testigos**

El curado del concreto fue realizado de tres formas diferentes; la primera fue por un curado vía húmeda que consistía en colocar en poza de curado estandarizado, las mismas que tenían las condiciones para realizar el control de temperatura de curado, y se mantuvieron sumergidas durante 3, 7, 14, y 28 días según corresponda. La segunda se realizó con los curadores químico de aplicación externa, de acuerdo a la Ficha Técnica del producto y recomendación del fabricante, posterior a ello se realizaron las roturas a los 3, 7, 14 y 28 días de maduración; y la tercera, simplemente se realizó una exposición directa al ambiente sin curado alguno, a continuación se presenta la Figura 37, donde se presenta la distribución de cilindros de concreto, la cantidad y los días de ensayos a realizar.



CUADRO DE CURADO DE PROBETAS							
F'C= 280 Kg/cm <sup>2</sup>							
Rotura	GRUPO DE CONTROL	CURADO DE PROBETAS - GRUPO EXPERIMENTAL					
	Probetas curadas de manera estándar vía húmeda	Sin curado- expuesto condiciones ambientales	KUREZ SEAL	MEMBRANIL B	SIKA CEM CURADOR	CURADOR Z RESINOIDE	
3 días							
7 días							
14 días							
28 días							
CANT.	8	8	8	8	8	8	
					SUB TOTAL	48 Cilindros	
F'C= 210 Kg/cm <sup>2</sup>							
Rotura	GRUPO DE CONTROL	CURADO DE PROBETAS - GRUPO EXPERIMENTAL					
	Probetas curadas de manera estándar vía húmeda	Sin curado- expuesto condiciones ambientales	KUREZ SEAL	MEMBRANIL B	SIKA CEM CURADOR	CURADOR Z RESINOIDE	
3 días							
7 días							
14 días							
28 días							
CANT.	8	8	8	8	8	8	
					SUB TOTAL	48 Cilindros	
F'C= 175 Kg/cm <sup>2</sup>							
Rotura	GRUPO DE CONTROL	CURADO DE PROBETAS - GRUPO EXPERIMENTAL					
	Probetas curadas de manera estándar vía húmeda	Sin curado- expuesto condiciones ambientales	KUREZ SEAL	MEMBRANIL B	SIKA CEM CURADOR	CURADOR Z RESINOIDE	
3 días							
7 días							
14 días							
28 días							
CANT.	8	8	8	8	8	8	
					SUB TOTAL	48 Cilindros	
						<b>TOTAL DE CILINDROS CURADOS</b>	<b>144 Cilindros</b>

Figura 37: Esquema para curado de cilindros a diferentes edades y resistencias.



### 3.4.3.1 Curado de probetas por el método vía húmeda o estandarizado

Las probetas de concreto se curaron según norma NTP 339.183 (2013), se colocaron en la poza de curado estandarizado, con su respectiva etiqueta para su identificación. El procedimiento, materiales y equipos necesarios fueron los siguientes:

#### a. Materiales y equipos:

- Agua potable de la red pública, recipientes y manguera.
- Balanza electrónica con capacidad de 20 kg (para realizar el pesaje de las muestras si fuera necesario).
- Termómetro digital para control de temperatura ambiental y del agua de curado.
- Tablero, hojas, lapiceros y plumones para tomas datos del procedimiento.
- Se utilizaron guantes de jebe industriales y botas con punta de acero, para el tema de seguridad.



Figura 38: Curado de cilindros de concreto en poza estandarizada.

#### b. Procedimiento:





1. Se lleno la poza de curado con agua de la red pública suministrada por la empresa EMSA Puno SA hasta un nivel establecido donde las probetas queden totalmente sumergidas.
2. Con el termómetro digital se hizo la lectura del agua de curado y temperatura ambiente, se verifico que la temperatura de agua este por encima de los 20°C.
3. Se depositaron las probetas de concreto en la poza, organizándolas según su fecha de ensayo y clase de concreto.
4. Se procedió a cubrir la poza con una tapa de plástico para evitar cualquier tipo de contaminación o la pérdida de los especímenes.

### 3.4.3.2 Curado con compuestos químicos

Se realizó la aplicación de los curadores químico de aplicación externa, directamente sobre la superficie de las probetas etiquetadas; previamente se hizo un humedecimiento recomendado por el fabricante utilizando agua potable, la forma de aplicación se hizo de una sola capa que consiste en aplicar el compuesto en una sola pasada.

La tasa de aplicación se realizó de acuerdo a la recomendación de la norma ASTM C 309 (2003), el cual fue de 5.0 m<sup>2</sup>/L para fines de prueba; por lo cual se hizo con una sola capa de aplicación y para cada probeta fue de 35 mL; sin embargo, en la hoja técnica del producto menciona la tasa de aplicación recomendada, el cual oscila en 5.0 m<sup>2</sup>/L en promedio, en este caso se realizó con una aplicación uniforme para cada curador, a continuación se muestra los detalles de la tasa de aplicación en la Tabla 42.

Tabla 42:  
*Tasa de aplicación de compuestos líquidos.*

Marca de curador	Tasa de aplicación	Densidad	Tasa aplicación 01 probeta (una capa)		
			Superficie	Volumen(mL)	Peso(gr.)
Kurez Seal	5.0 m <sup>2</sup> /L	1.21 kg/L	 A= 1767 cm <sup>2</sup>	35 mL	42.76 g
Membranil B	5.0 m <sup>2</sup> /L	0.84 kg/L	 A= 1767 cm <sup>2</sup>	35 mL	29.69 g
Sika Cem curador	5.0 m <sup>2</sup> /L	1.11 kg/L	 A= 1767 cm <sup>2</sup>	35 mL	39.23 g
Curador Z resinoide	5.0 m <sup>2</sup> /L	0.85 kg/L	 A= 1767 cm <sup>2</sup>	35 mL	30.04 g

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### a. Materiales y herramientas:

- Curadores químicos para concreto y de diferente marca como son: Kurez Seal, Membranil B, Sika Cem Curador y Curador Z Resinoide.
- Balanza electrónica de precisión, Cap. 600g x 0.01g
- Probeta graduada (capacidad: 500ml)
- Balde pequeño
- Brocha de 2" de esponja especial (la esponja no debe ser muy absorbente)
- Recipientes metálicos pequeños.
- Lavatorio

- Como seguridad personal, se utilizaron guantes industriales de jebe; respiradores; lentes de seguridad; y botas con punta de acero.

**b. Procedimiento:**

1. Para el curado se habilitaron zonas de almacenamiento de las muestras, colocando en la parte inferior una base de plástico con la finalidad de aislar las muestras del suelo y evita la pérdida del compuesto químico.
2. La aplicación de los compuestos se realizó en dos etapas: la primera inmediatamente después de que el agua superficial (exudación) desaparece en la zona superior libre, aproximadamente a las dos horas; y la segunda al día siguiente (24 hr) después de que los moldes metálicos fueron retirados.
3. Para determinar de la cantidad requerida de curador, se utilizó una tasa uniforme de  $5.0\text{m}^2/\text{L}$ , lo cual se realizó una conversión y se trabajó en peso de acuerdo a la densidad de cada curador, según Tabla 42.
4. Se aplico solo una capa (a una mano) según indica la hoja técnica para cada curador, posterior a ello se derivó a su posición definitiva sin generar daño alguno a la superficie aplicada.
5. Se colocaron las probetas en el interior del laboratorio (ambiente controlado) de manera ordenada de acuerdo a los días de rotura y las clases de concreto, posterior a las 48 horas (02 días), fueron expuestos a condiciones ambientales protegiéndolos de las baja temperaturas, durante la noche las muestras eran retornadas al laboratorio y de día expuestos a intemperie. De esta manera se protegió los primeros 07 días de maduración, posterior a ello su exposición al ambiente fue permanente (día y noche expuesto al ambiente).



*Figura 39: Curado de probetas con Membranil B.*



Figura 40: Curado de probetas con Kurez Seal.



Figura 41: Curado de probetas con Z Resinoide.



Figura 42: Curado de probetas con Sika Cem curador.

### 3.4.3.3 Curado expuesto a temperatura ambiente

Para este tratamiento se dispusieron las probetas en zona exterior (afuera del ambiente) del laboratorio de concreto, colocando un letrero adicional para que las muestras no sufran algún tipo de alteración. Los procedimientos se realizaron según la norma NTP 339.033 (2009) a excepción del curado, las muestras fueron expuestas al medio ambiente (sin curado).

Se realizaron las probetas sin curado alguno, para poder evidenciar la importancia del curado del concreto; ya que, un deficiente curado nos origina muchos problemas como fisuraciones, resistencias bajas, porosidad y otros; es por ello que se realiza las probetas sin curado alguno.

**a. Procedimiento:**

1. Las probetas de concreto son retiradas de los moldes al día siguiente del llenado, para luego permanecer por 24 hr más en el laboratorio, en total permanecen 48 hr, posteriormente son traslado al exterior del laboratorio en ambiente libre.
2. Durante los primeros 7 días se controló la exposición a la temperatura baja principalmente de noche, mediante traslado a una zona de temperatura controlada (en laboratorio).
3. Posterior a los 7 días permanecen de manera continua al ambiente libre, hasta el día de falla correspondiente.
4. Las probetas fueron sometidas a esfuerzo de compresión axial a los 3,7,14 y 28 días de maduración.

**3.5 ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO**

**3.5.1 Ensayos realizados al concreto en estado fresco**

**3.5.1.1 Asentamiento**

También se le denomina como Slump o Revenimiento, nos ayuda a determinar el grado de consistencia del concreto y se utiliza como un parámetro en el diseño del concreto.

La NTP 339.035 (2009), recomienda el procedimiento a seguir para obtención del asentamiento del concreto.



Figura 43: Ensayo de asentamiento en el cono de Abrams.

**a. Cálculos en campo**

Tabla 43:

*Determinación del asentamiento,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de concreto: $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$						
Muestra	Descripción	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)
M-1	Asentamiento 1	10:30:00 a. m.	14.5	13.0	8.55	3 3/8
M-2	Asentamiento 2	10:35:00 a. m.	14	13.5	8.10	3 1/5
M-3	Asentamiento 3	10:50:00 a. m.	15	13.0	8.30	3 1/4
<b>Promedio</b>					<b>8.32</b>	<b>3 2/7</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo



Tabla 44:

*Determinación del asentamiento,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de Concreto: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$						
Muestra	Descripción	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)
M-1	Asentamiento 1	8:25:00 a. m.	13.5	13.2	8.58	3 3/8
M-2	Asentamiento 2	8:30:00 a. m.	13	13.0	8.40	3 1/3
M-3	Asentamiento 3	8:40:00 a. m.	14	13.2	8.31	3 1/4
<b>Promedio</b>					<b>8.43</b>	<b>3 1/3</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 45:

*Determinación del asentamiento,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de Concreto: $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$						
Muestra	Descripción	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)
M-1	Asentamiento 1	11:15:00 a. m.	14.8	13.6	8.60	3 2/5
M-2	Asentamiento 2	11:20:00 a. m.	14.5	13.2	9.00	3 1/2
M-3	Asentamiento 3	11:25:00 a. m.	14	13.4	9.20	3 5/8
<b>Promedio</b>					<b>8.93</b>	<b>3 1/2</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.5.1.2 Contenido de aire en el concreto por el método de presión.

El objetivo del ensayo es determinar el contenido de aire en concreto fresco hecho con agregados relativamente densos, observando el cambio de volumen ocasionado por un cambio en la presión sobre el concreto. El ensayo se realizó según NTP 339.083 (2003): Método normalizado para contenido del aire del concreto fresco por el método de presión.



*Figura 44: Olla Washington para determinación del contenido de aire.*

#### a. Cálculos de campo

Tabla 46:

*Determinación del contenido de aire atrapado,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de concreto: $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$				
Muestra	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Contenido aire (%)
M-1	11:25:00 a. m.	14.6	14.0	1.10
M-2	11:40:00 a. m.	14.8	14.0	1.80
<b>Promedio</b>				<b>1.45</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 47:

*Determinación del contenido de aire atrapado,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de concreto: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$				
Muestra	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Contenido aire (%)
M-1	12:10:00 p. m.	15.0	13.5	1.50
M-2	12:25:00 p. m.	15.2	13.0	1.60
<b>Promedio</b>				<b>1.55</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 48:

*Determinación del contenido de aire atrapado,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

Clase de concreto: $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$				
Muestra	Hora	T. Amb. (°C)	T. Conc. (°C)	Contenido aire (%)
M-1	8:16:00 a. m.	13.5	13.0	2.20
M-2	8:34:00 a. m.	14.0	13.5	2.10
<b>Promedio</b>				<b>2.15</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.5.1.3 Peso unitario y rendimiento del concreto

La norma NTP 339.046 (2008): Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón; regula el procedimiento a seguir para la obtención de peso unitario del concreto por el método gravimétrico, el cual viene dado por la relación del peso del concreto necesario para llenar un recipiente de dimensión estándar entre el volumen de dicho recipiente. Para determinar la capacidad del medidor será necesario tener en cuenta la Tabla 49.

Tabla 49:

*Capacidad mínima de los medidores*

Tamaño nominal máximo del agregado grueso <sup>a</sup>		Capacidad del medidor, mínimo	
mm	pulg	dm <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>
25.0	1	6	0.2
37.5	1 1/2	11	0.4
50	2	14	0.5
75	3	28	1.0
114	4 1/2	71	2.5
152	6	99	3.5

a El agregado de un tamaño nominal máximo puede contener hasta 10% de partículas retenidas en el tamiz correspondiente a este tamaño.

b Para tener en cuenta el desgaste, las medidas pueden ser hasta un 5% más Pequeña que las indicadas en esta tabla.

*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM 2016, Pág. 841*

#### a. Cálculos y resultados

A continuación, presento los cálculos y resultados obtenidos, no sin antes mencionar que el ensayo de peso unitario del concreto permite determinar en general los parámetros: peso unitario del concreto y contenido total de aire de la mezcla; rendimiento de concreto por bolsa de cemento y rendimiento relativo; y factor cemento (bolsa de cemento utilizadas por metro cúbico de concreto).



El peso unitario es el peso del concreto por metro cúbico para cada relación agua cemento.

$$f = \frac{1000}{Wa}$$

$$PU = fxWc$$

Donde:

- F =factor de calibración del recipiente  
 Wa = Peso del agua en kg  
 PU = Peso unitario del concreto (kg/m<sup>3</sup>)  
 Wc =Peso del concreto fresco (kg)

### Determinación del peso unitario (NTP 339.046)

Tabla 50:

*Peso unitario del concreto fresco, f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>*

Para f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>			
Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso recipiente +concreto (kg)	37.23	38.05	37.79
Peso recipiente (kg)	11.68	11.68	11.68
Peso concreto fresco (kg).....Wc	25.55	26.37	26.11
Peso del agua en el recipiente (kg).....Wa	12.42	12.42	12.42
Factor de calibración del recipiente (1/m <sup>3</sup> ).....f	80.52	80.52	80.52
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2057.17	2123.19	2102.25
<b>Promedio</b>		<b>2094.20</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 51:

*Peso unitario del concreto fresco, f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>*

Para f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>			
Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso recipiente +concreto (kg)	38.80	37.10	38.95
Peso recipiente (kg)	11.68	11.68	11.68
Peso concreto fresco (kg).....Wc	27.12	25.42	27.27
Peso del agua en el recipiente (kg).....Wa	12.42	12.42	12.42
Factor de calibración del recipiente (1/m <sup>3</sup> ).....f	80.52	80.52	80.52
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2183.57	2046.70	2195.65
<b>Promedio</b>		<b>2141.98</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 52:

*Peso unitario del concreto fresco, f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>*

Para f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup>			
Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso recipiente +concreto (kg)	37.67	37.70	37.61
Peso recipiente (kg)	11.68	11.68	11.68
(...Continúa la Tabla anterior.)			
Peso concreto fresco (kg).....Wc	25.99	26.02	25.93
Peso del agua en el recipiente (kg).....Wa	12.42	12.42	12.42
Factor de calibración del recipiente (1/m <sup>3</sup> ).....f	80.52	80.52	80.52
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2092.59	2095.01	2087.76
<b>Promedio</b>		<b>2091.79</b>	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## Rendimiento

El objetivo es obtener el rendimiento del concreto por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos. El ensayo se hizo según la NTP 339.046 (2008).

$$Y = \frac{Vh}{N}$$

Donde:

- Y = Rendimiento (m<sup>3</sup>)  
Vh = Volumen de concreto (m<sup>3</sup>)  
N = Número de bolsas de cemento (kg)

$$Vh = \frac{N \times Pc + Pa.f. + Pa.g. + Pa}{Pu}$$

Donde:

- Pc = Peso de la bolsa de cemento (kg)  
Pa.f. = Peso del agregado fino (kg)  
Pa.g. = Peso del agregado grueso (kg)  
Pa = Peso del agua (kg)  
PU = Peso unitario del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

Tabla 53:

*Rendimiento para concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>Para f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup></b>	
Descripción	M-1
Nº bolsas de cemento.....N	11.8
Peso bolsa cemento (kg).....Pc	42.5
Peso del agregado fino (kg).....Pa.f.	429.4
Peso del agregado grueso (kg).....Pa.g.	969.0
Peso del agua (kg).....Pa	200.9
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> ).....PU	2094.2
<b>Volumen de concreto o rendimiento relativo (m<sup>3</sup>).....Vh</b>	<b>1.002</b>
<b>Rendimiento (m<sup>3</sup>/bolsa).....Y</b>	<b>0.085</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 54:

*Rendimiento para concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>Para f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup></b>	
Descripción	M-2
Nº bolsas de cemento.....N	9.1
Peso bolsa cemento (kg).....Pc	42.5
Peso del agregado fino (kg).....Pa.f.	530.2
Peso del agregado grueso (kg).....Pa.g.	969.0
Peso del agua (kg).....Pa	201.4
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> ).....PU	2142.0
<b>Volumen de concreto o rendimiento relativo (m<sup>3</sup>).....Vh</b>	<b>0.975</b>
<b>Rendimiento (m<sup>3</sup>/bolsa).....Y</b>	<b>0.107</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 55:

*Rendimiento para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

Para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$		
Descripción		M-3
Nº bolsas de cemento.....	N	8.0
Peso bolsa cemento (kg).....	Pc	42.5
Peso del agregado fino (kg).....	Pa.f.	572.6
Peso del agregado grueso (kg).....	Pa.g.	969.0
Peso del agua (kg).....	Pa	201.7
Peso unitario ( $\text{kg/m}^3$ ).....	PU	2091.8
<b>Volumen de concreto o rendimiento relativo (<math>\text{m}^3</math>).....</b>	<b>Vh</b>	<b>0.996</b>
<b>Rendimiento (<math>\text{m}^3/\text{bolsa}</math>).....</b>	<b>Y</b>	<b>0.124</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.5.1.4 Determinación de la temperatura del concreto

Para la determinación de la temperatura del concreto se hizo ensayos en campo según el manual, EM 2016, MTC E 724: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Temperatura de Mezclas de Concreto.



Figura 45: Verificación de la temperatura del concreto en campo.

#### a. Resultados de las lecturas

Tabla 56:

*Determinación de la temperatura del concreto en campo,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

N	Fecha	Descripción	T. concreto (°C)	T. ambiente (°C)
1.00	20/08/2018	Probetas tratadas con curado estándar	15.6	13.50
2.00	20/08/2018	Probetas expuestas a intemperie (sin curar)	15.2	13.80
3.00	20/08/2018	Probetas tratadas con curador Kures Seal	15.1	14.00
4.00	20/08/2018	Probetas tratadas con curador Membranil B	15.3	14.00
5.00	20/08/2018	Probetas tratadas con curador Sika Cem	14.9	14.50
6.00	20/08/2018	Probetas tratadas con curador Z Resinoide	14.8	13.20
<b>Promedio</b>			<b>15.2</b>	<b>13.83</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 57:

*Determinación de la temperatura del concreto en campo,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

N	Fecha	Descripción	T. concreto (°C)	T. ambiente (°C)
1.00	21/08/2018	Probetas tratadas con curado estándar	13.5	13.00
2.00	21/08/2018	Probetas expuestas a intemperie (sin curar)	14.6	13.60
3.00	21/08/2018	Probetas tratadas con curador Kures Seal	15.1	15.00
4.00	21/08/2018	Probetas tratadas con curador Membranil b	15.0	15.80

(...Continúa la Tabla anterior.)

5.00	21/08/2018	Probetas tratadas con curador Sika Cem	15.1	15.00
6.00	21/08/2018	Probetas tratadas con curador Z Resinoide	14.9	15.10
<b>Promedio</b>			<b>14.7</b>	<b>14.58</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 58:

Determinación de la temperatura del concreto en campo,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

N	Fecha	Descripción	T. concreto (°C)	T. ambiente (°C)
1.00	22/08/2018	Probetas tratadas con curado estándar	13.5	14.50
2.00	22/08/2018	Probetas expuestas a intemperie (sin curar)	13.9	14.00
3.00	22/08/2018	Probetas tratadas con curador Kures Seal	15.3	15.80
4.00	22/08/2018	Probetas tratadas con curador Membranil B	15.1	16.00
5.00	22/08/2018	Probetas tratadas con curador Sika Cem	14.3	16.10
6.00	22/08/2018	Probetas tratadas con curador Z Resinoide	14.2	15.50
<b>Promedio</b>			<b>14.4</b>	<b>15.32</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### b. Determinación de evaporación del agua de una superficie saturada según el nomograma de Menzel

El Comité ACI 305 (2010), recomienda no permitir tasas de evaporación superiores a  $1 \text{ kg/m}^2/\text{h}$  (para evitar retracción y posterior fisuración), por lo cual se realizó un análisis de la evaporación en exteriores del laboratorio, tomando datos emitidos del SENAMHI Puno. Se menciona que los datos determinados son aproximaciones los cuales se debe tener cuidado para evitar el problema de retracciones en el concreto. A continuación, se realiza el ensayo para la determinación del parámetro mencionado:

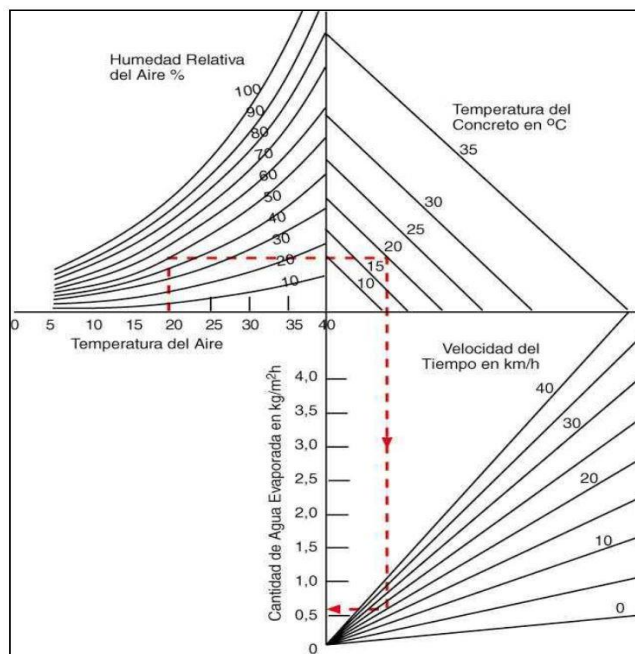


Figura 46: Nomograma de Menzel; efectos de la temperatura del concreto y el aire, humedad relativa y velocidad del viento sobre la evaporación de la humedad superficial del concreto

Fuente: ACI 305R

Tabla 59:

*Determinación de evaporación superficial,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Clase de concreto: <math>f'c=175 \text{ kg/cm}^2</math></b>						
<b>Fecha:</b>	<b>Lunes 20 de agosto del 2018</b>				<b>Hora de vaciado:</b>	<b>12:10 p.m.</b>
Muestra	Descripción	Datos de SENAMHI			Datos de campo	
		Temp. del aire °C	Hum. relativa %	Vel. de viento Km/h	Temp. del concreto °C	Cantidad agua evaporada Kg/m <sup>2</sup> *h
M-1	Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	14.40	63.00	8.28	14.00	0.18
M-2	Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	14.40	63.00	8.28	15.80	0.20
M-3	Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	14.40	63.00	8.28	16.00	0.11
Nota: El ensayo se realizó al medio día(aprox.), en el momento de mayor insolación.					<b>Promedio</b>	<b>0.16</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 60:

*Determinación de evaporación superficial,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Clase de concreto: <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>						
<b>Fecha:</b>	<b>Martes 21 de agosto del 2018</b>				<b>Hora de vaciado:</b>	<b>1:10 p.m.</b>
Muestra	Descripción	Datos de SENAMHI			Datos de campo	
		Temp. del aire °C	Hum. relativa %	Vel. de viento Km/h	Temp. del concreto °C	Cantidad agua evaporada Kg/m <sup>2</sup> *h
M-1	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	15.60	60.00	9.72	14.30	0.24
M-2	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	15.60	60.00	9.72	15.20	0.18
M-3	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	15.60	60.00	9.72	15.60	0.13
Nota: El ensayo se realizó al medio día(aprox.), en el momento de mayor insolación.					<b>Promedio</b>	<b>0.18</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 61:

*Determinación de evaporación superficial,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Clase de concreto: <math>f'c=280 \text{ kg/cm}^2</math></b>						
<b>Fecha:</b>	<b>Miércoles 22 de agosto del 2018</b>				<b>Hora de vaciado:</b>	<b>12:30 p.m.</b>
Muestra	Descripción	Datos de SENAMHI			Datos de campo	
		Temp. del aire °C	Hum. relativa %	Vel. de viento Km/h	Temp. del concreto °C	Cantidad agua evaporada Kg/m <sup>2</sup> *h
M-1	Concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	16.20	55.00	9.72	14.80	0.20
M-2	Concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	16.20	55.00	9.72	15.50	0.14
M-3	Concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	16.20	55.00	9.72	15.00	0.16
Nota: El ensayo se realizó al medio día (aprox.), en el momento de mayor insolación.					<b>Promedio</b>	<b>0.17</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.5.1.5 Descripción de las condiciones atmosféricas a las cuales fue sometidas el concreto durante el periodo de curado

Debido a que las condiciones atmosféricas varían, dependiendo de la zona y la época del año, se realiza una descripción de las condiciones atmosféricas a las que fue sometido el concreto, durante el periodo de curado, con el propósito de que se tenga conocimiento del uso de membranas de curado en otras zonas y épocas, se deberá tener

en cuenta que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de las condiciones atmosféricas.

El monitoreo de la temperatura ambiental, se obtuvo de la estación Puno que pertenece al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, Cod. 110820, con la siguiente ubicación:

Latitud: 15°49'34,5"; Longitud: 70°00'43,5"; Altitud: 3812.00msnm

Para presentar las variaciones de las condiciones atmosféricas, y poder visualizar los ciclos favorables y desfavorables en el curado del concreto, se grafican las condiciones climáticas promedio horarias y se presentan en Anexo G, a partir de dichas gráficas se obtienen estadísticas para los periodos de curado, y se resumen en las tablas siguientes:

Tabla 62:

*Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

Periodo	Estadística	Temperatura (°C)	Precipitación diaria (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (m/seg.)	Evaporación (mm)
0-3 días	Máxima	16.6	0.0	63.0	3.3	3.6
	Mínima	-1.2	0.0	47.0	2.3	2.7
	Promedio	8.2	0.0	56.3	2.8	3.2
	Desv. Est	8.125	0.000	6.994	0.412	0.392
3-7 días	Máxima	16.4	0.0	59.0	3.3	3.3
	Mínima	-2.0	0.0	54.0	1.3	2.8
	Promedio	8.0	0.0	57.0	2.3	3.1
	Desv. Est	8.079	0.000	2.160	0.816	0.222
7-14 días	Máxima	19.2	0.0	67.0	3.0	4.3
	Mínima	-1.4	0.0	55.0	2.0	2.2
	Promedio	9.1	0.0	61.7	2.4	3.1
	Desv. Est	7.094	0.000	4.231	0.364	0.697
14-28 días	Máxima	18.8	0.0	59.0	3.3	4.5
	Mínima	0.0	0.0	49.0	1.3	2.8
	Promedio	9.7	0.0	54.6	2.1	3.6
	Desv. Est	7.310	0.000	3.413	0.593	0.544

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 63:

*Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Periodo	Estadística	Temperatura (°C)	Precipitación diaria (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (m/seg.)	Evaporación (mm)
0-3 días	Máxima	16.6	0.0	60.0	3.3	3.6
	Mínima	-2.0	0.0	47.0	1.3	3.0
	Promedio	7.8	0.0	54.0	2.5	3.3
	Desv. Est	8.694	0.000	5.354	0.849	0.275
3-7 días	Máxima	16.4	0.0	64.0	3.3	3.3

(...Continúa la Tabla anterior.)

	Mínima	0.2	0.0	57.0	2.0	2.6
	Promedio	8.6	0.0	59.5	2.5	3.0
7-14 días	Desv. Est	7.356	0.000	3.109	0.568	0.330
	Máxima	19.2	0.0	67.0	3.0	4.3
	Mínima	-1.4	0.0	55.0	1.7	2.2
	Promedio	8.9	0.0	60.4	2.3	3.2
14-28 días	Desv. Est	7.348	0.000	4.756	0.427	0.658
	Máxima	18.8	0.0	59.0	3.3	4.5
	Mínima	-0.4	0.0	42.0	1.3	2.6
	Promedio	9.7	0.0	53.6	2.1	3.6
	Desv. Est	7.366	0.000	4.781	0.608	0.593

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 64:

*Estadística de condiciones atmosféricas durante el periodo de curado,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Periodo	Estadística	Temperatura (°C)	Precipitación diaria (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (m/seg.)	Evaporación (mm)
0-3 días	Máxima	16.6	0.0	59.0	3.3	3.6
	Mínima	-2.0	0.0	47.0	1.3	2.8
	Promedio	7.7	0.0	53.8	2.4	3.2
	Desv. Est	8.994	0.000	4.992	0.841	0.365
3-7 días	Máxima	15.4	0.0	67.0	3.3	3.5
	Mínima	1.4	0.0	57.0	2.0	2.6
	Promedio	8.9	0.0	61.5	2.6	3.2
	Desv. Est	6.520	0.000	4.796	0.562	0.387
7-14 días	Máxima	19.2	0.0	65.0	3.0	4.5
	Mínima	-1.4	0.0	55.0	1.7	2.2
	Promedio	8.9	0.0	59.3	2.2	3.3
	Desv. Est	7.683	0.000	3.773	0.449	0.822
14-28 días	Máxima	18.8	0.0	58.0	3.3	4.3
	Mínima	-1.8	0.0	36.0	1.3	2.1
	Promedio	9.6	0.0	52.0	2.1	3.4
	Desv. Est	7.545	0.000	6.457	0.638	0.644

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Para describir las condiciones atmosféricas desfavorables para el curado del concreto, en el Anexo G, se presentan los valores diarios de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, precipitación y evaporación. Además, se ilustran mediante gráficos el comportamiento atmosférico para periodos de curado del concreto,  $f'c=175$ , 210 y 280  $\text{kg/cm}^2$ .

A partir del Anexo G, se obtienen los promedios críticos para cada periodo; la Temperatura promedio máxima y mínima; humedad relativa mínima promedio; velocidad viento máxima promedio; evaporación máxima promedio, además de los días de lluvia y la cantidad total de lluvia; dicha información se presenta a continuación:



Tabla 65:

*Condiciones climáticas desfavorables durante el periodo de curado del concreto.*

f'c	Periodo	Temperatura máxima promedio (°C)	Temperatura mínima promedio (°C)	Humedad relativa mínima promedio (%)	Velocidad de viento máxima promedio (m/seg.)	Evaporación máxima promedio (mm)	Días de lluvia	Cantidad total lluvia (mm)
17.5	0-3 d	15.7	0.7	47.0	3.3	3.6	0.0	0.0
	3-7 d	15.5	0.6	54.0	3.3	3.3	0.0	0.0
	7-14 d	15.8	2.5	55.0	3.0	4.3	0.0	0.0
	14-28 d	16.8	2.6	49.0	3.3	4.5	0.0	0.0
21.0	0-3 d	15.9	-0.3	47.0	3.3	3.6	0.0	0.0
	3-7 d	15.5	1.8	57.0	3.3	3.3	0.0	0.0
	7-14 d	15.8	2.1	55.0	3.0	4.3	0.0	0.0
	14-28 d	16.8	2.6	42.0	3.3	4.5	0.0	0.0
28.0	0-3 d	16.1	-0.7	47.0	3.3	3.6	0.0	0.0
	3-7 d	14.9	2.8	57.0	3.3	3.5	0.0	0.0
	7-14 d	16.1	1.7	55.0	3.0	4.5	0.0	0.0
	14-28 d	16.9	2.3	36.0	3.3	4.3	0.0	0.0

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Las precipitaciones pluviales durante el proceso de elaboración y maduración del concreto, no se presentaron.

### 3.5.2 Ensayos realizados al concreto en estado endurecido

La resistencia a la compresión se considera la principal propiedad del concreto que gobierna el rendimiento del sistema, en particular en el diseño estructural, el control de calidad del concreto se realiza con base en ensayos de resistencia a la compresión generalmente. Para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto se han elaborado 02 probetas para cada edad (3, 7, 14, 28 días), y para diferente clase de concreto  $f'c=175, 210, 280 \text{ kg/cm}^2$  a su vez se realizaron para los diferentes tipos de tratamiento de curado utilizando compuestos químicos de aplicación externa. En total se fabricaron 144 probetas.

### 3.5.3 Control de calidad de la resistencia ( $f'c$ ) del concreto

Los criterios para la evaluación y aceptación de la resistencia  $f'c$  del concreto, se establecen en la norma ACI 318M (2011). Estos criterios solo son aplicables a la evaluación en sitio de la resistencia durante la construcción.

Algunas de las prácticas y consideraciones para evaluar el concreto durante la construcción se presenta en los siguientes apartados.



### 3.5.3.1 Cilindros curados en forma estándar en el laboratorio

Los cilindros para los ensayos de resistencia a compresión, deben ser fabricados, curados y ensayados de acuerdo con ASTM C 39 (2017). Para un ensayo de resistencia se permite utilizar dos cilindros de 150 x 300mm o tres cilindros de 100 x 200mm.

El ACI 318M (2011), establece que, el nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los requisitos siguientes:

- a. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a  $f'_c$ .
- b. Ningún resultado del ensayo de resistencia es menor que  $f'_c$  por más de 35 kg/ cm<sup>2</sup> cuando  $f'_c$  es 350 kg/ cm<sup>2</sup> o menor, o por más de 0.10  $f'_c$  cuando  $f'_c$  es mayor a 350 kg/ cm<sup>2</sup>.

### 3.5.3.2 Cilindros curados en obra

Para evaluar el comportamiento del curado y determinar cuándo se pueden remover cimbras o puntales, o comprobar si una estructura es capaz de ser puesta en servicio, se pueden producir en la obra cilindros de concreto representativos, manteniéndolos cerca de la obra que representan y curándolos con los mismos métodos.

Los cilindros curados en campo deben curarse según ASTM C 31 (2017), y deben moldearse con las mismas muestras y al mismo tiempo que los cilindros destinados a ser curados en laboratorio. Sin embargo, no menciona la cantidad de muestras a utilizar para un ensayo y el tamaño que debería tener los especímenes, por lo tanto, queda abierta la posibilidad de utilizar cilindros de 150 x300 mm o cilindros de 100 x 200mm.

El ACI 318M (2011), establece que los cilindros curados en campo no deben tener una resistencia menor al 85% de la resistencia de cilindros compañeros curados de forma estándar. Este porcentaje se utiliza únicamente como una base racional para dar un criterio de aceptación del concreto curado en obra. La comparación se realiza entre los cilindros curados en campo con los curados en laboratorio y, no entre los cilindros curados en campo con la resistencia  $f'_c$  especificada, es decir, no es un criterio de aceptación de la resistencia del concreto para la cual se diseña.

Sin embargo, si los cilindros curados en campo adquieren una resistencia mayor en 35 kg/cm<sup>2</sup> que la resistencia  $f'_c$  especificada, los cilindros se aceptan, aunque se

encuentren por debajo del 85% de la resistencia de los cilindros compañeros curados de manera estándar.

### 3.5.3.3 Programa de elaboración de probetas de concreto

Para realizar los ensayos en el estado endurecido del concreto, se preparó la siguiente cantidad de probetas de diámetro de 15 cm y altura 30cm:

Tabla 66:

*Cantidad de probetas cilíndricas elaboradas y ensayadas.*

Tipo Edad Días	Resistencia a la compresión																	
	Curado																	
	Húmedo (patrón) f'c			Kurez Seal f'c			Menbrasil B f'c			Sika Cem f'c			Z Resinoide f'c			Expuesto f'c		
	175	210	280	175	210	280	175	210	280	175	210	280	175	210	280	175	210	280
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Suma	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Parcial	24			24			24			24			24			24		
<b>Total, de probetas para ensayo de resistencia a la compresión</b>															<b>144</b>			

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.5.3.4 Ensayo de resistencia del concreto a compresión axial

El ensayo se realizado según ASTM C 39 (2017): Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, que consiste en la aplicación de carga axial en la parte superior de la probeta de forma constante hasta alcanzar la rotura del espécimen de prueba, siendo la resistencia a la compresión el cociente resultante de la máxima carga aplicada entre el área promedio de la probeta antes de que ocurra la rotura de la misma.

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se determina mediante la fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right); \quad A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Donde:

- f'c : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto. (kg/cm<sup>2</sup>).
- P : Carga de rotura (kg).
- φ : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).
- A : Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).

#### a. Equipo y herramientas

- Máquina de ensayo de uso corriente, capaz de mantener una velocidad de carga uniforme y constante, con periodos de calibración continua (por lo menos cada 12

meses). En este caso se utilizó la prensa digital marca STYE-2000 Digital Display Compression Testing Machines, rango de aplicación de presión 0-2000 kN.

- Wincha.
- Balanza digital (capacidad mínima =14 kg)
- Vernier de 30cm.
- Equipo de seguridad personal: botas punta de acero, guantes de cuero con manga de 6 a 8 pulg. de largo, camisa manga larga, pantalón jean.

### b. Procedimiento

1. Realizar las mediciones de la probeta de concreto, como diámetro, altura, peso y verificar el etiquetado.
2. Colocar la probeta a ensayar lo más centrada posible (desplazar el cabezal superior hacia arriba) y asegurarla desplazando mecánicamente el cabezal superior. Evitar que algo quede atrapado en la zona de contacto entre el equipo y los cabezales.
3. Se procede a la aplicación de la carga, se debe tener cuidado en la lectura de la pantalla de la máquina de ensayo.



Figura 47: Probetas sometidos a esfuerzo de compresión a los 28 días.



Figura 48: Probetas sometidos a esfuerzo de compresión a los 14 días.

### c. Resultados y gráficos

De acuerdo a lo expuesto, se procedió a fabricar 144 cilindros para diferentes mezclas de concreto y a cada una de ellas se les aplicó un tratamiento de curado diferente, un subgrupo se curó de manera estándar. Los especímenes extraídos se fallaron a las edades de 3, 7, 14 y 28 días.

En el Anexo C, se presentan las dimensiones de los especímenes y la carga última resultante del ensayo a compresión. En la Tabla 67 se presentan los resultados de resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$ , obtenidos en cada una de las dos muestras ensayada por día y por método de curado.

Tabla 67:  
*Resultado de los ensayos a compresión de probetas individuales en  $\text{kg/cm}^2$ .*

f'c	Curado	N°	Edad				
			3 días	7 días	14 días	28 días	
175	<b>Húmedo (patrón)</b>	1	<b>116.85</b>	<b>184.41</b>	<b>215.69</b>	<b>222.45</b>	
		2	<b>110.85</b>	<b>185.49</b>	<b>213.96</b>	<b>223.95</b>	
	Kurez Seal	1	85.08	129.12	153.92	156.12	
		2	81.20	128.54	148.43	156.71	
	Menbrasil B	1	96.14	142.67	170.51	179.94	
		2	94.04	145.10	179.86	186.84	
	Sika Cem	1	79.93	124.67	162.70	172.73	
		2	74.91	122.91	155.05	160.85	
	Z Resinoide	1	98.92	165.45	177.81	193.58	
		2	103.05	164.66	186.87	190.59	
	Expuesto	1	53.11	75.65	92.69	110.04	
		2	54.28	83.48	93.17	101.58	
	210	<b>Húmedo (patrón)</b>	1	<b>143.23</b>	<b>213.81</b>	<b>243.88</b>	<b>253.29</b>
			2	<b>144.67</b>	<b>226.38</b>	<b>245.30</b>	<b>259.40</b>
Kurez Seal		1	104.18	152.56	182.73	187.26	
		2	107.32	148.56	183.82	199.02	
Menbrasil B		1	123.49	173.52	205.34	219.39	
		2	126.20	175.50	214.02	220.13	
Sika Cem		1	97.18	156.46	189.20	182.86	
		2	93.28	155.88	174.43	191.60	
Z Resinoide		1	117.63	184.73	219.64	232.31	
		2	122.38	183.26	225.05	235.34	
Expuesto		1	67.38	90.73	104.13	116.81	
		2	68.91	100.86	107.28	113.63	
280		<b>Húmedo (patrón)</b>	1	<b>159.09</b>	<b>269.96</b>	<b>306.49</b>	<b>317.97</b>
			2	<b>163.77</b>	<b>264.45</b>	<b>302.37</b>	<b>325.13</b>
	Kurez Seal	1	92.82	192.56	237.98	240.93	
		2	99.75	194.85	227.65	238.97	
	Menbrasil B	1	128.91	197.83	233.82	250.47	
		2	139.49	204.85	238.95	249.01	
	Sika Cem	1	104.19	182.61	210.76	219.27	
		2	105.76	174.80	213.36	221.42	
	Z Resinoide	1	144.48	209.65	251.96	281.34	
		2	140.20	214.08	261.41	274.44	
	Expuesto	1	73.72	125.75	133.72	143.51	
		2	79.34	115.83	132.34	141.00	

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Posteriormente, se calculan los promedios de las dos muestras por día para cada uno de los métodos de curado, y dicha información se presenta en el capítulo 4, además con los promedios se construyen las curvas de desarrollo de resistencia.

### 3.5.3.5 Análisis de fallas en el concreto

En el proceso de rotura de las probetas de concreto se presentaron diferentes fallas los cuales se presentan a continuación.

Según la norma ASTM C 39 (2017), los tipos de falla que pueden presentarse en cilindros de prueba son:

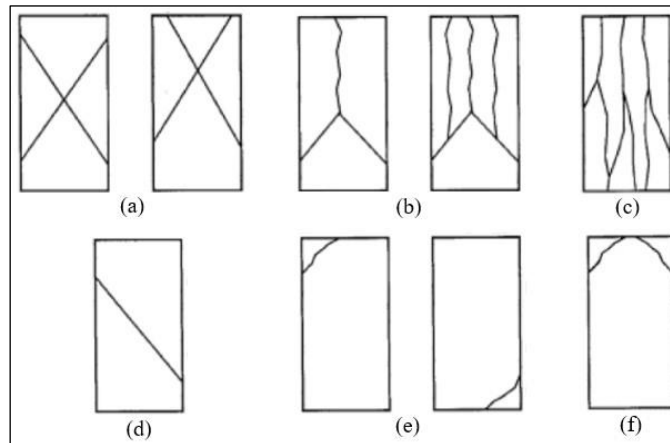


Figura 49: Tipo de falla de cilindros de prueba estándar

Fuente: ASTM C39 (2017)

De la figura anterior, se tiene las siguientes descripciones

- Conos bien formados en ambos extremos.
- Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
- Grietas columnares y conos mal formados.
- Fractura diagonal, sin grietas.
- Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
- Fracturas laterales en la parte superior.



Figura 50: Tipo de falla en probetas curadas con Kurez Seal.



Figura 51: Tipo de falla en probetas curadas con Z Resinoide.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CURADO EN EL CONCRETO

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para los diferentes grupos de control, los datos son promedios de dos cilindros de 300x150mm.

Tabla 68:

*Resumen de resistencia del concreto obtenidas con el promedio de dos cilindros.*

f'c	Curado	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )			
		3 días	7 días	14 días	28 días
175	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>113.85</b>	<b>184.95</b>	<b>214.83</b>	<b>223.20</b>
	Kurez Seal	83.14	128.83	151.18	156.42
	Menbrasil B	95.09	143.89	175.19	183.39
	Sika Cem	77.42	123.79	158.88	166.79
	Z Resinoide	100.99	165.06	182.34	192.09
	Expuesto	53.70	79.57	92.93	105.81
210	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>143.95</b>	<b>220.10</b>	<b>244.59</b>	<b>256.35</b>
	Kurez Seal	105.75	150.56	183.28	193.14
	Menbrasil B	124.85	174.51	209.68	219.76
	Sika Cem	95.23	156.17	181.82	187.23
	Z Resinoide	120.01	184.00	222.35	233.83
	Expuesto	68.15	95.80	105.71	115.22
280	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>161.43</b>	<b>267.21</b>	<b>304.43</b>	<b>321.55</b>
	Kurez Seal	96.29	193.71	232.82	239.95
	Menbrasil B	134.20	201.34	236.39	249.74
	Sika Cem	104.98	178.71	212.06	220.35
	Z Resinoide	142.34	211.87	256.69	277.89
	Expuesto	76.53	120.79	133.03	142.26

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tabla 69:

*Resumen en resistencia del concreto en porcentaje respecto al f'c(diseño).*

f'c	Curado	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )			
		3 días	7 días	14 días	28 días
175	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>65.10%</b>	<b>105.70%</b>	<b>122.80%</b>	<b>127.50%</b>
	Kurez Seal	47.50%	73.60%	86.40%	89.40%
	Menbrasil B	54.30%	82.20%	100.10%	104.80%
	Sika Cem	44.20%	70.70%	90.80%	95.30%
	Z Resinoide	57.70%	94.30%	104.20%	109.80%
	Expuesto	30.70%	45.50%	53.10%	60.50%
210	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>68.50%</b>	<b>104.80%</b>	<b>116.50%</b>	<b>122.10%</b>
	Kurez Seal	50.40%	71.70%	87.30%	92.00%
	Menbrasil B	59.50%	83.10%	99.80%	104.60%
	Sika Cem	45.30%	74.40%	86.60%	89.20%
	Z Resinoide	57.10%	87.60%	105.90%	111.30%
	Expuesto	32.50%	45.60%	50.30%	54.90%
280	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>57.70%</b>	<b>95.40%</b>	<b>108.70%</b>	<b>114.80%</b>
	Kurez Seal	34.40%	69.20%	83.10%	85.70%



Menbranil B	47.90%	71.90%	84.40%	89.20%
Sika Cem	37.50%	63.80%	75.70%	78.70%
Z Resinoide	50.80%	75.70%	91.70%	99.20%
Expuesto	27.30%	43.10%	47.50%	50.80%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

La Tabla 68 y Tabla 69 representan el resumen de los resultados obtenidos de ensayos de resistencia (promedio de 02 cilindros) para concreto de diferente clase y tratamiento de curado, según el RNE un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'c$  RNE E.060 (RNE E.060, 2009).

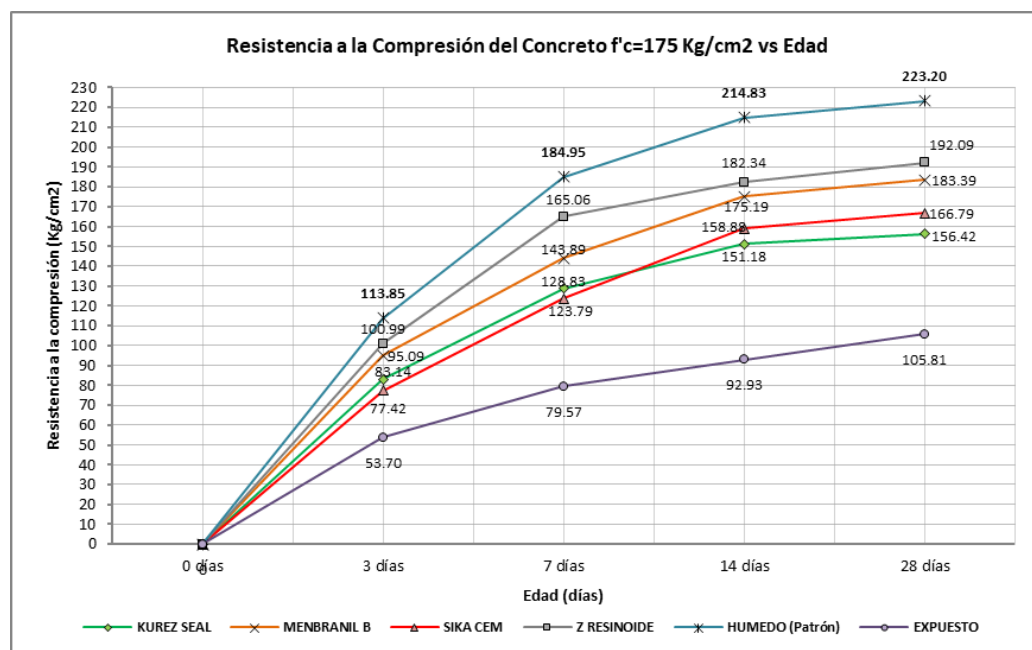


Figura 52: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado,  $f'c=175$ kg/cm<sup>2</sup>.

### Discusión de resultados

Para  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> podemos verificar que los concretos tratados en laboratorio CP, MB y ZR sobrepasan la resistencia de diseño especificado obteniendo un 127.50, 104.80 y 109.80 % de resistencia respectivamente; mientras que KS, SC y EXP (sin curado) no llegaron a la resistencia.

Según Figura 52, los resultados de rotura a los 03 días de edad muestran que el CP tiene mejores resultados seguido de ZR, MB, KS, SC y EXP; Para 07 días de edad la distribución es similar al anterior; para 14 días el curador SC tienen una ligera ventaja frente a KS, el resto siguen la distribución; y finalmente a los 28 días, dato que más nos interesa, el CP tiene mejores resultados seguido de ZR, MB, SC, KS, y probetas EXP; entonces, podemos mencionar que la curva de desarrollo de resistencia tiene mejor desempeño para el CP, seguido del tratamiento con ZR, MB, SC, KS y los cilindros sin curar tienen el más bajo desarrollo de resistencia.

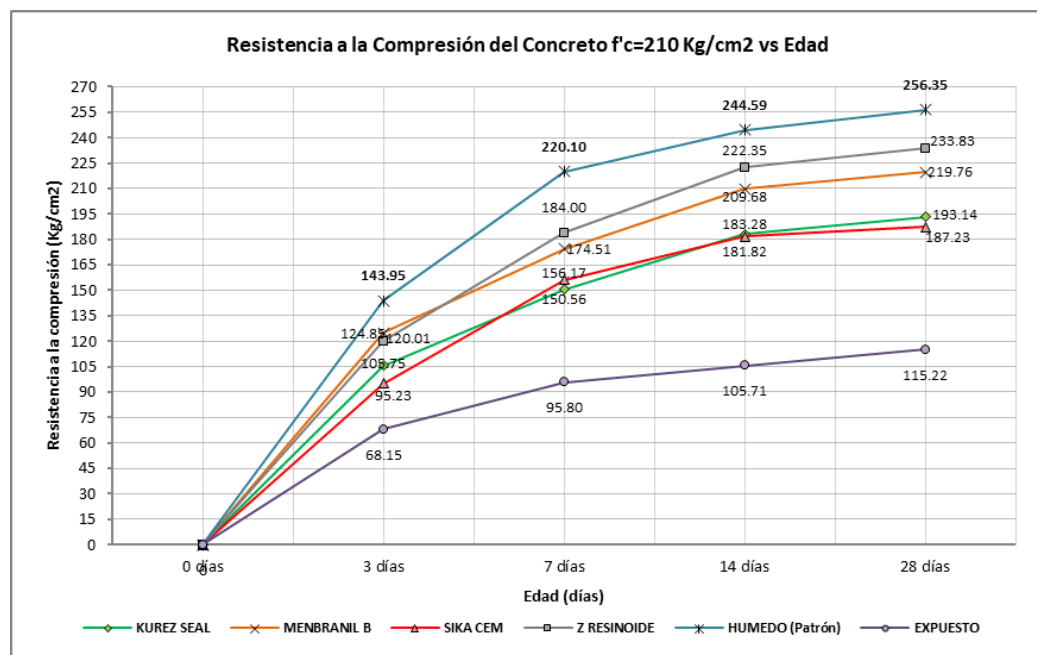


Figura 53: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado,  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

### Discusión de resultados

Para  $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$  los concretos tratados en laboratorio CP, MB y ZR sobrepasan la resistencia de diseño especificado obteniendo un 122.10, 104.60 y 111.30% de resistencia respectivamente; mientras que KS, SC y EXP no llegaron a la resistencia.

Según Figura 53, los resultados de rotura a los 03 días de edad muestran que CP tiene mejores resultados seguido de MB, ZR, KS, SC y EXP; para 07 días ZR sobrepasa a MB y lo mismo sucede con SC y KS; para 14 días el curador KS tienen una ligera ventaja frente a SC el resto se mantiene; y finalmente a los 28 días, dato que más nos interesa, el CP tiene mejores resultados seguido de ZR, MB, KS, SC, y EXP. Respectos a las curvas de desarrollo de resistencia, el curado estándar tiene el mejor desempeño, seguido de ZR, MB, KS, SC y por último cilindros expuestos al ambiente.

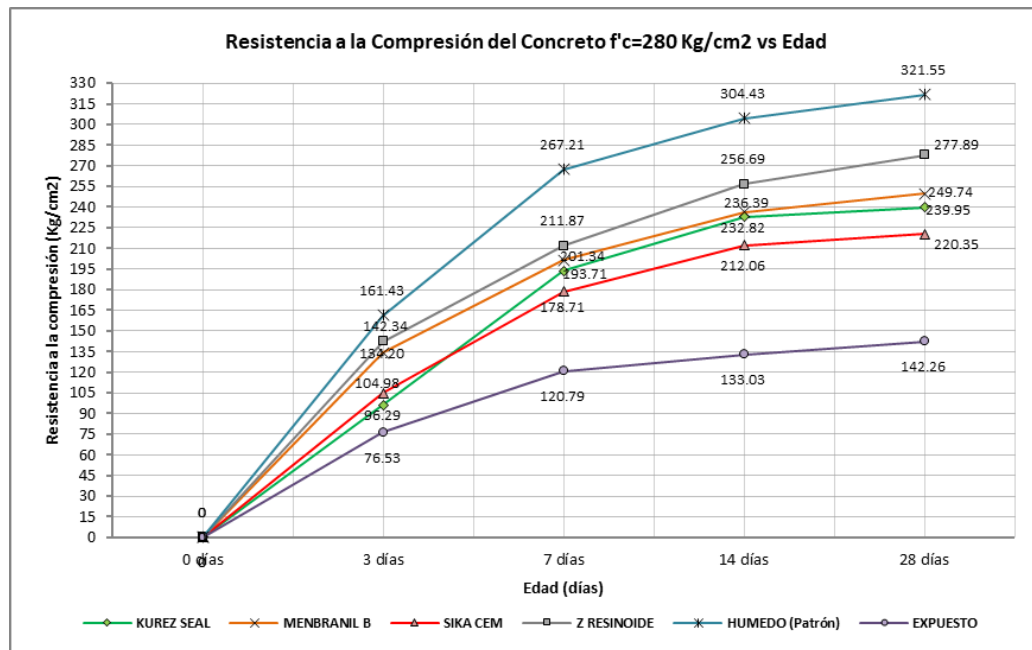


Figura 54: Desarrollo de la resistencia para diferente método de curado,  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

### Discusión de resultados

Para  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  se observa que el curado CP sobrepasa la resistencia de diseño especificado obteniendo un 114.80% de resistencia; mientras que los demás tratamientos no alcanzaron la resistencia. Según Figura 54, los resultados de rotura a los 03 días de edad muestran que el CP tiene mejores resultados seguido de ZR, MB, SC, KS, y EXP; para 07 días KS sobrepasa a SC el resto se mantienen en el orden antes mencionado; para 14 días se mantiene el orden anterior; y finalmente a los 28 días, dato que más nos interesa, el CP tiene mejores resultados seguido de ZR, MB, KS, SC, y EXP.

Realizando un comparativo con los antecedentes, (Bolaños, 2011), trabaja con probetas al aire, con curador Zycosil y Euro curador con un  $a/c=0.55$  y  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , donde determina que los cilindros que no tuvieron ningún tratamiento obtuvieron valores menores los primeros días; sin embargo, a los 56 días todos los tratamientos superan la resistencia de diseño, los datos mencionados son para Bogotá – Colombia. En el caso de la investigación, las probetas sin curado obtuvieron resistencias muy bajas, lo cual es básicamente por el clima propio de Puno; respecto a los curadores químicos en algunos tratamientos si sobrepasa a la resistencia de diseño coincidiendo en este tema.

De lo mencionado, el curado patrón muestra mejor resistencia a los 28 días, los curadores químicos se comportan de manera regular y por último el curado expuesto al ambiente tiene los más bajos resultado, se evidencia la importancia del proceso de curado y protección del concreto.

Se conoce que las probetas curadas de manera estándar, son los que generalmente se utilizan para determinar la resistencia del concreto, debe realizarse una evaluación de los mismos según los requisitos del ACI 318M (2011). Además, para evaluar la eficiencia de curado de los cilindros curados en campo, se utiliza como patrón los cilindros curados de manera estándar.

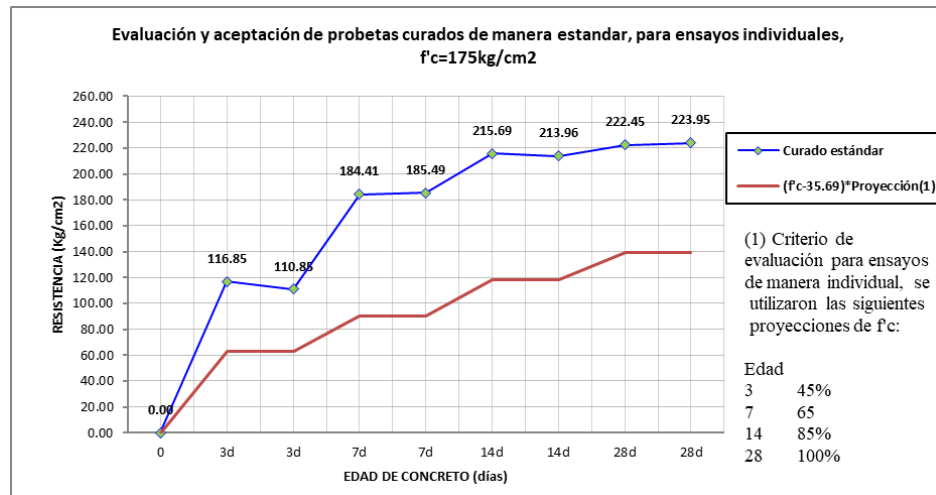


Figura 55: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales,  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .

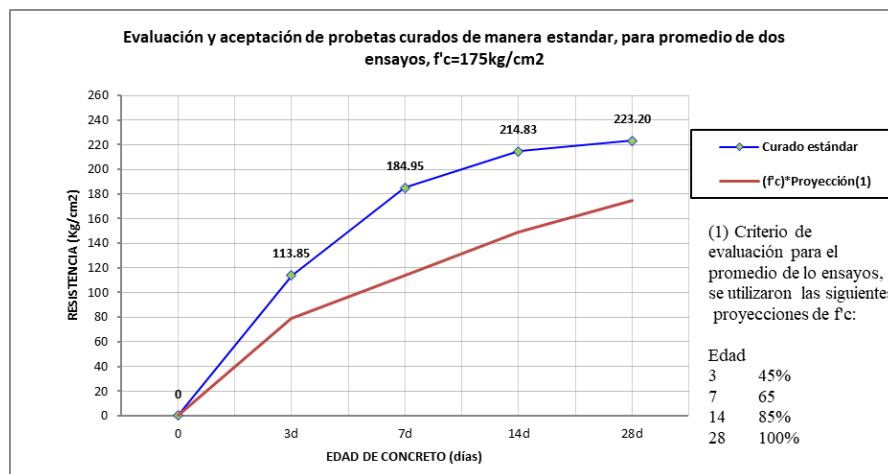


Figura 56: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos,  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .

La Figura 55, evalúa las muestras de manera individual, se verifica que los resultados se encuentran por encima del criterio de aceptación, con más razón al realizar la evaluación con base al promedio de las dos muestras se encuentran por encima del criterio de evaluación, y esto se visualiza en la Figura 56, por consiguiente, los cilindros curados de manera estándar son aceptados.

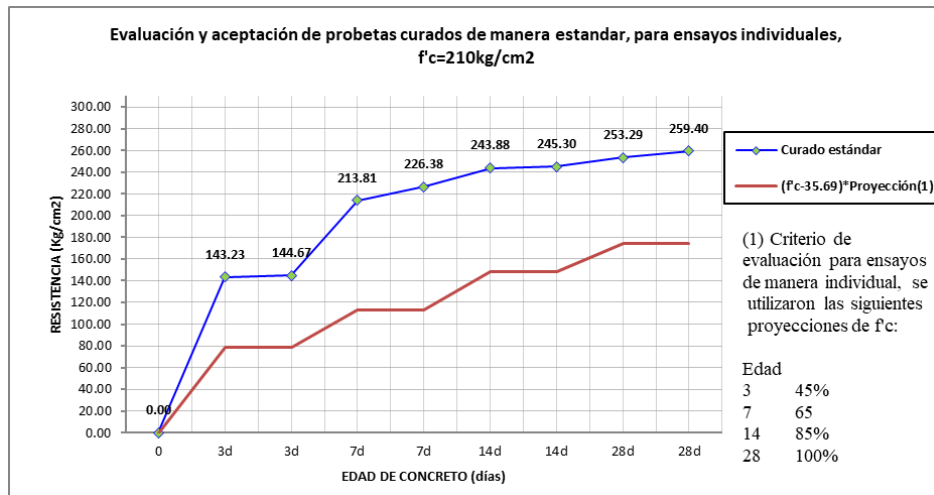


Figura 57: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

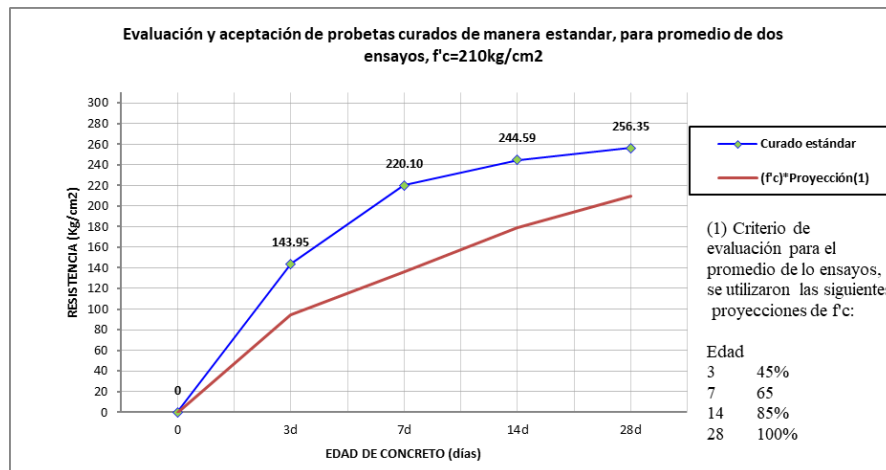


Figura 58: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

La Figura 57, presenta las muestras de manera individual para probetas elaboradas con  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , los resultados se encuentran por encima del criterio de aceptación, de igual manera al realizar la evaluación según el promedio de las dos muestras se encuentran por encima del criterio de evaluación, lo cual se visualiza en la Figura 58, por consiguiente, los cilindros curados de manera estándar son aceptados.

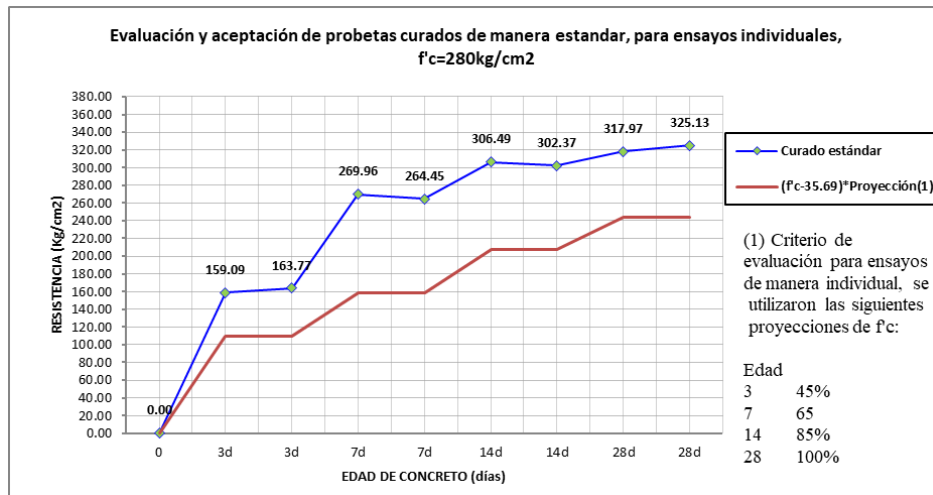


Figura 59: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para ensayos individuales,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

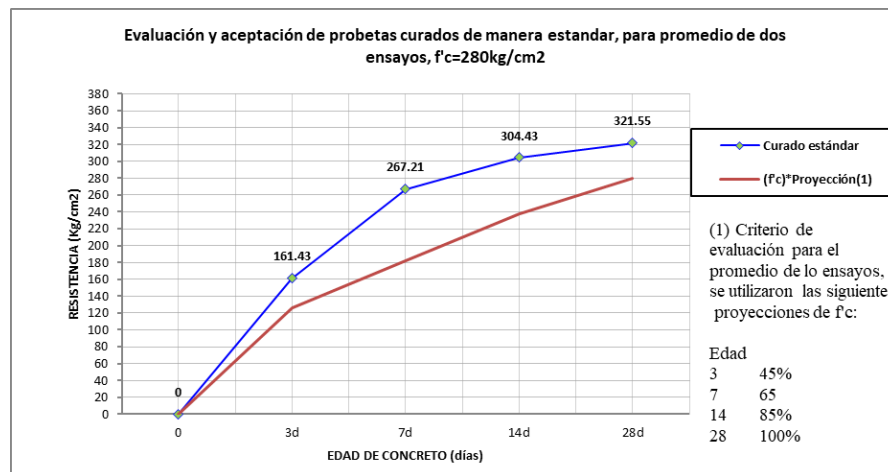


Figura 60: Evaluación y aceptación de probetas curados de manera estándar para el promedio de dos ensayos,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Las Figura 59 y Figura 60, presenta la evaluación de muestras de manera individual y promedio para probetas elaboradas con  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ , de la misma manera que las anteriores los cilindros curados de manera estándar son aceptados. Para el criterio de evaluación se hizo un comparativo con las proyecciones de resistencia para diferentes edades, estas proyecciones generalmente se dan de acuerdo al tipo de cemento que se utiliza, para nuestro caso es el cemento IP.

#### 4.1.1 Evaluación de la resistencia de las probetas curadas con compuestos líquidos.

La norma RNE E.060 (2009), en el ítem 5.6.4 Probetas curadas en obra, realiza una recomendación para la protección y curado del concreto en obra; donde menciona que los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida

para determinar  $f'c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a  $f'c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

En las siguientes tablas y figuras se presentan los datos para realizar las evaluaciones correspondientes.

Tabla 70:  
*Resistencia del concreto para promedio de dos cilindros respecto al curado estándar*

$f'c$	Curado	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$			
		3 días	7 días	14 días	28 días
175	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
	Kurez Seal	73%	70%	70%	70%
	Menbranil B	84%	78%	82%	82%
	Sika Cem	68%	67%	74%	75%
	Z Resinoide	89%	89%	85%	86%
	Expuesto	47%	43%	43%	47%
210	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
	Kurez Seal	73%	68%	75%	75%
	Menbranil B	87%	79%	86%	86%
	Sika Cem	66%	71%	74%	73%
	Z Resinoide	83%	84%	91%	91%
	Expuesto	47%	44%	43%	45%
280	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
	Kurez Seal	60%	72%	76%	75%
	Menbranil B	83%	75%	78%	78%
	Sika Cem	65%	67%	70%	69%
	Z Resinoide	88%	79%	84%	86%
	Expuesto	47%	45%	44%	44%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 71:  
*Resistencia del concreto para promedio de dos cilindros en relación a la resistencia de diseño.*

$f'c$	CURADO	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$			
		3 días	7 días	14 días	28 días
175	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>113.85</b>	<b>184.95</b>	<b>214.83</b>	<b>223.20</b>
	Kurez Seal	83.14	128.83	151.18	156.42
	Menbranil B	95.09	143.89	175.19	183.39
	Sika Cem	77.42	123.79	158.88	166.79
	Z Resinoide	100.99	165.06	182.34	192.09
	Expuesto	53.70	79.57	92.93	105.81
	<b><math>f'c+35 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>
210	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>143.95</b>	<b>220.10</b>	<b>244.59</b>	<b>256.35</b>
	Kurez Seal	105.75	150.56	183.28	193.14
	Menbranil B	124.85	174.51	209.68	219.76
	Sika Cem	95.23	156.17	181.82	187.23
	Z Resinoide	120.01	184.00	222.35	233.83
	Expuesto	68.15	95.80	105.71	115.22
	<b><math>f'c+35 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b>245.00</b>	<b>245.00</b>	<b>245.00</b>	<b>245.00</b>
280	<b>Húmedo (patrón)</b>	<b>161.43</b>	<b>267.21</b>	<b>304.43</b>	<b>321.55</b>
	Kurez Seal	96.29	193.71	232.82	239.95
	Menbranil B	134.20	201.34	236.39	249.74
	Sika Cem	104.98	178.71	212.06	220.35
	Z Resinoide	142.34	211.87	256.69	277.89
	Expuesto	76.53	120.79	133.03	142.26
	<b><math>f'c+35 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b>315.00</b>	<b>315.00</b>	<b>315.00</b>	<b>315.00</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo





En la Tabla 70, se observa la evolución de resistencia en porcentaje a los 3, 7, 14 y 28 días de maduración; en el cual se toma como 100% al curado estándar con lo cual se realiza una comparación con los demás tratamientos, para el comparativo solo se tomará en cuenta la resistencia a los 28 días y el 85% de resistencia del curado patrón. En la Tabla 71, se observa la evolución de resistencia a los 3, 7, 14 y 28 días de edad, para diferentes clases de concreto y tratamiento de curado; además, se muestra la  $f'c$  (resistencia especificada) + 35 kg/cm<sup>2</sup> como parámetro de control para evaluar los tratamientos que superan este límite, la edad de evaluación es a los 28 días de maduración.

Según Tabla 70, para H175, el  $f'c$  desarrollado por KS representa el 70% respecto al curado patrón, con una diferencia del 30%; MB, 82% con una diferencia del 18%; SC, 75% con una diferencia del 25%; ZR, 86% con una diferencia del 14%; y las probetas expuestas al ambiente, 47% con una diferencia del 53%; solo el curador de marca ZR sobrepasa la recomendación del 85% del curado patrón a los 28 días de edad. Para H210, el  $f'c$  desarrollado por KS representa el 75% respecto al curado patrón, con una diferencia de 25% en relación al parámetro de control; MB, 86% con una diferencia del 14%; SC, 73%, con una diferencia de 27%; ZR, 91%, con una diferencia de 09%; y las probetas expuestas al ambiente, 45% con una diferencia del 55%. Solamente los curadores Membranil B y Z Resinoide, cumplen las recomendaciones normativas. Para H280, el  $f'c$  desarrollado por KS representa el 75% respecto al curado patrón, con una diferencia del 25%; en relación al parámetro de control; mientras que, MB, 78% con una diferencia del 22%; SC, 69% con una diferencia del 31%; ZR, 86% con una diferencia del 14%; y las probetas Expuestas al Ambiente, 44% con una diferencia del 56%; solamente el curador Z Resinoide llega a la resistencia requerida para el cumplimiento de la normativa.

### **Discusión de resultados**

Para  $f'c$ : 175 kg/cm<sup>2</sup>, las figuras siguientes se ordenan los datos obtenidos mediante los ensayos a compresión para 28 días, se grafican todos los resultados pertenecientes a un mismo día de falla, para los cilindros curados en campo, y se trazan los criterios de evaluación para verificar qué métodos de curado cumplen con las especificaciones de resistencia establecidas en el ACI 318M (2011); además se hace un comparativo con la resistencia de diseño para cada clase de mezcla.

Las Figura 61 y Figura 62, evalúan la efectividad de los métodos de curado a la edad de 28 días; usualmente los controles de calidad sobre la resistencia del concreto se realizan a esta edad. La mayoría de tratamiento de curado no cumple con los requisitos de resistencia para H175, en las figuras se aprecia que solamente los cilindros curados con el curador Z Resinoide y Membranil B sobrepasa la resistencia requerida (recta  $f'c$  diseño).

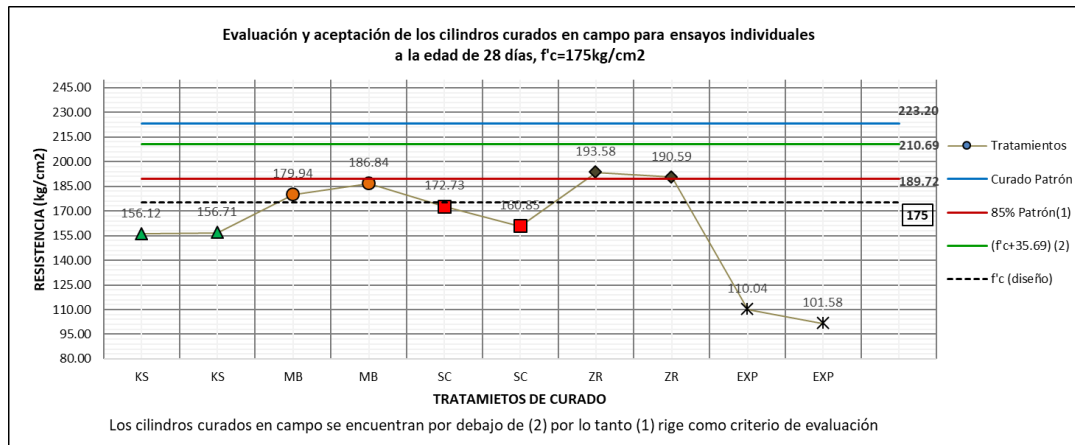


Figura 61: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días,  $f'c=175\text{kg/cm}^2$

Según la Figura 61, el  $f'c$  desarrollado a los 28 días por los grupos experimentales (KS, MB, SC, ZR y EXP), en ningún caso supera resistencia del parámetro de control,  $f'c > f'c + 35 \text{ kg/cm}^2$  ( $175 + 35 = 210 \text{ kg/cm}^2$ ); por lo mencionado, no cumple una de la recomendación realizada por la normativa. Además, se evidencia que un solo tratamiento (ZR), sobrepasa la línea de aceptación del 85% Patrón; los demás no cumplen.

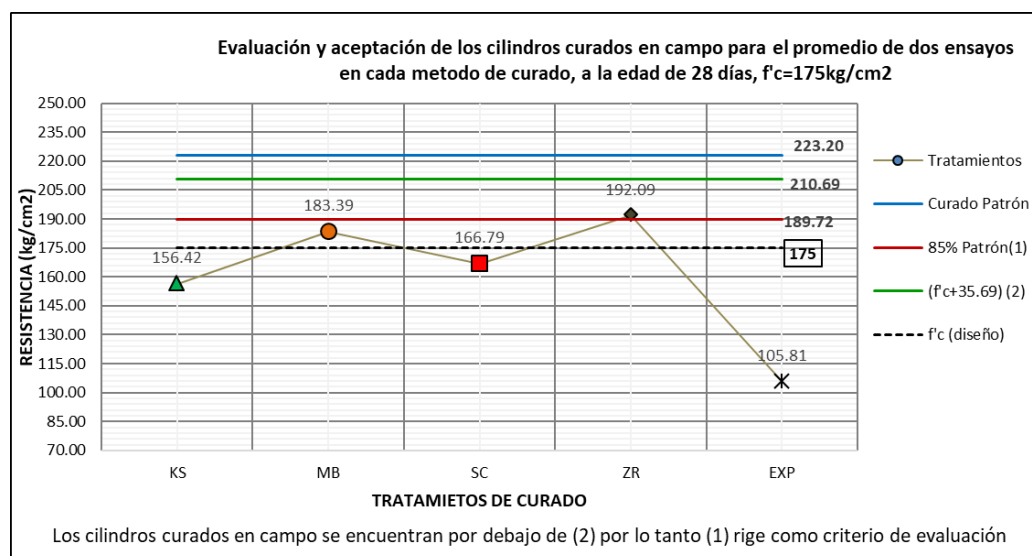


Figura 62: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , según la Figura 63 y Figura 64, se aprecia los límites del curado patrón, el 85% del curado patrón, la resistencia de diseño incrementada en  $35.69 \text{ kg/cm}^2$  y la recta de la resistencia especificada.

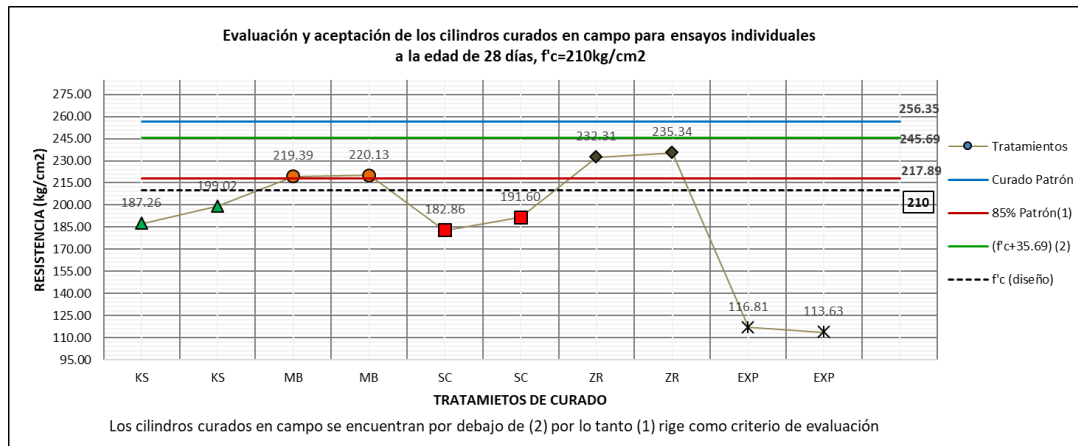


Figura 64: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

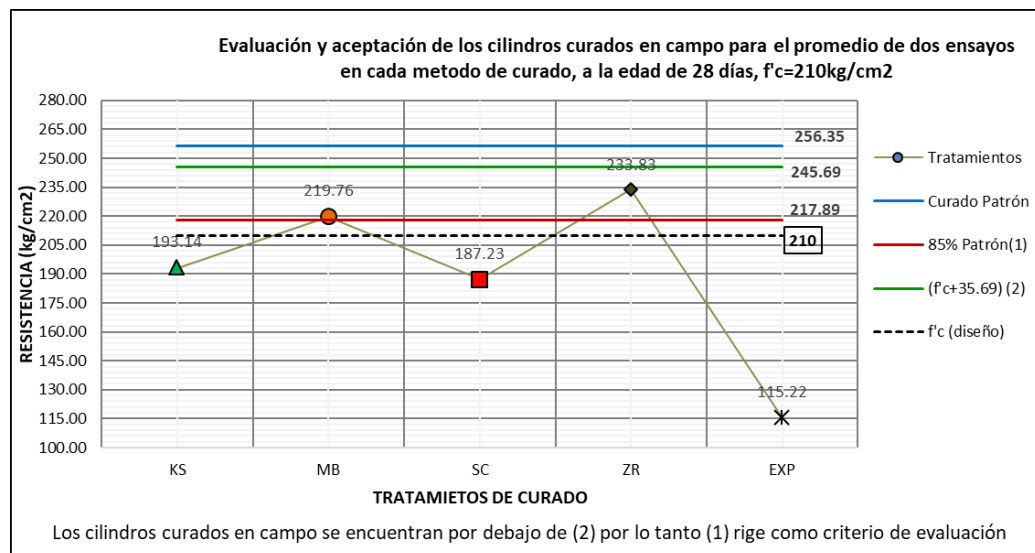


Figura 63: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Además, se puede apreciar en ambas imágenes que el curador ZR y MB sobrepasan la resistencia especificada; sin embargo, la diferencia es muy pequeña lo que estadísticamente no es significativo con un margen de error del 5%.

Según la Figura 64, el  $f'c$  desarrollado a los 28 días por los grupos experimentales, no superan la resistencia del parámetro de control,  $f'c > f'c + 35 \text{ kg/cm}^2$  ( $210 + 35 = 245 \text{ kg/cm}^2$ ); no cumple la recomendación. Los que sobrepasan el criterio de aceptación del 85% de la resistencia patrón, son los curadores MB y ZR; el resto no.

Para  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , la Figura 65 y Figura 66 presenta la evaluación para tratamientos de curado de diferente marca, se aprecia que las dos probetas de ZR sobrepasan al 85% de resistencia del curado patrón, mientras que los demás experimentos no.

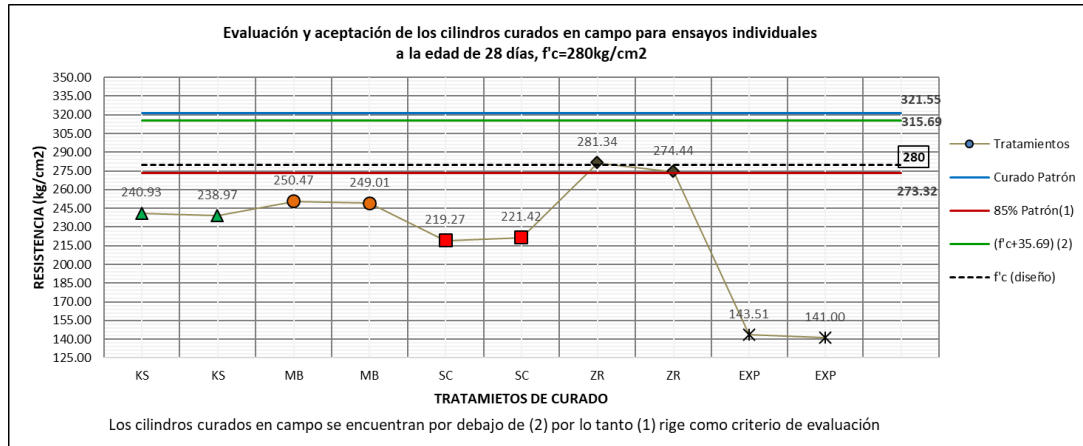


Figura 65: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para ensayos individuales a los 28 días,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

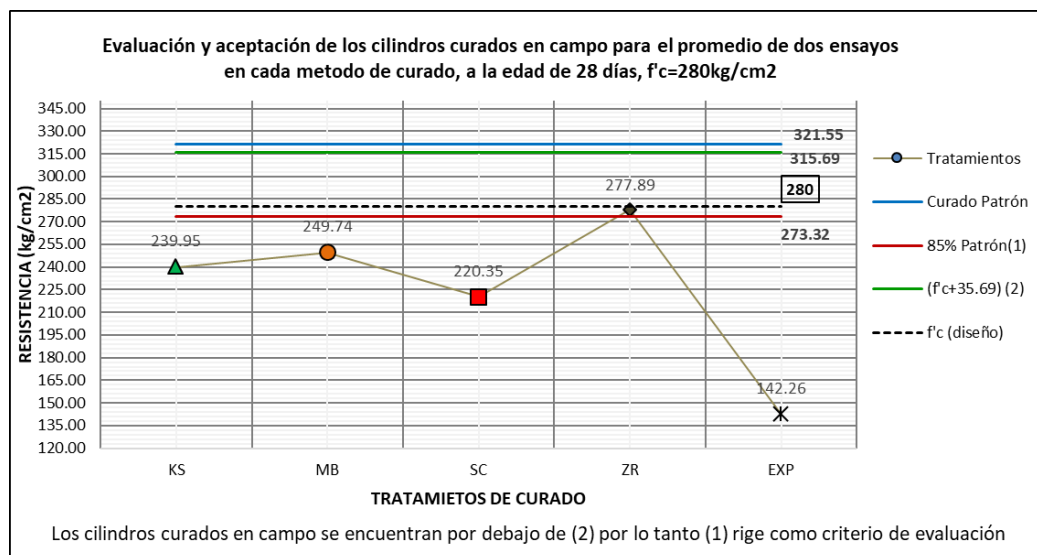


Figura 66: Evaluación y aceptación de cilindros curados con tratamientos para promedio de dos ensayos a los 28 días,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

También se aprecia que los cilindros expuestos a intemperie sin protección alguna, tienen la más baja resistencia esto se debe a que durante el proceso de maduración la condición atmosférica fue muy desfavorable según los datos proporcionados del SENAMHI – Puno, la fuerte radiación solar aunado al clima frío, generó la pérdida rápida de humedad.

Según la Figura 66, el  $f'c$  desarrollado a los 28 días por los grupos experimentales; no superan la resistencia del parámetro de control,  $f'c > f'c + 35 \text{ kg/cm}^2$  ( $280 + 35 = 315 \text{ kg/cm}^2$ ). Además, en ningún caso superaron la resistencia especificada.

A continuación, se muestra el resumen de los tratamientos en estudio y el cumplimiento de las recomendaciones de la norma.

Tabla 72:

*Resumen de cumplimiento de la evaluación y aceptación de probetas cilíndricas.*

<b>Resumen de cumplimiento de recomendación del RNE E-060 "Probetas curadas en obra"</b>							
N°	Descripción	f'c > 85% (curado patrón)			f'c (resistencia en obra) > f'c + 35 kg/cm <sup>2</sup>		
		175	210	280	175	210	280
1	Curado húmedo en Lab. - curado patrón (CP)				Cumple	Cumple	Cumple
2	Curador kures Seal (KS)	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
3	Curador Membranil B (MB)	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
4	Curador Sika Cem (SC)	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
5	Curador Z Resinoide (ZR)	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple
6	Expuesto al medio Amb. (EXP)	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Según la Tabla 72, el curador KS no cumple ninguna de las recordaciones de la normativa; MB solo cumple la recomendación del 85% respecto al curado estándar para H210; SC no cumple ninguna recomendación; el curador ZR cumple la primera recomendación en H175, H210 y H280; y por último el concreto expuesto al ambiente no cumple ninguna recomendación.

Según la investigación, los curadores químicos en algunos casos están por encima del 85% respecto del Concreto Patrón y otros no. Respecto al parámetro de la resistencia de diseño incrementada, ningún tratamiento sobrepaso el límite. Algunos compuestos a base de Resina como MB y ZR tuvieron ligeramente ventaja sobre los demás, pero estadísticamente es no aceptable tal como se demostrará más adelante. Algunos investigadores como Figueroa (2007) y Fattuhi (1986), observaron que los compuestos a base de resina tienen mejor desempeño, respecto a los compuestos a base de agua.

Respecto a la eficiencia los compuestos demostraron su baja efectividad en climas de altura, (Corrales, 2015), menciona que ningún tratamiento de curado empleado en campo es realmente eficaz, debido a que la zona del concreto que pierde humedad por evaporación, no alcanza la resistencia de diseño f'c; el estudio se realizó en San Jose - Costa Rica en un clima tropical a 1175msnm. En nuestro caso la investigación tiene resultados similares. Por otro lado Contreras y Velazco (2018) y (Valenzuela, 2018) realizan investigaciones en Arequipa y Lima respectivamente, donde concluyen que los aditivos tienen un desempeño aceptable para el curado de concreto, ambos estudios se

hicieron en condiciones climáticas totalmente diferentes a la ciudad de Puno. (Fattuhi, 1986), investiga en Kuwait a los compuestos líquidos, donde demuestra que la cantidad de evaporación del agua se redujo después de la aplicación de un compuesto de curado. los resultados indican una amplia variación en las eficiencias (25- 89%) para los diferentes compuestos de curado. Bajas eficiencia se observaron para el 70% de los compuestos probados (por debajo del 47%). Las eficiencias se redujeron generalmente con un aumento de la temperatura y una disminución de la humedad relativa.

En el caso del concreto sin curado se tiene los resultados más desfavorables; así (Hernández, 2010) y (Bolaños, 2011), mencionan que la omisión de curado influye negativamente en la resistencia del concreto, podemos coincidir en la importancia de un buen curado en obra.

Se debe tener cuidado al momento de adoptar un método y forma de curado, (Lam, 2005), utiliza compuestos químicos empleando 1 y 2 capas de curado, obtiene que 1 capa de aplicación presenta mejores resultados a edades menores o iguales a los 28 días, mientras que el concreto curado con 2 capas, tiene mejores resultados a los 42 días de edad acercándose más a la resistencia del concreto patrón, de igual manera (Fattuhi, 1986) menciona que un aumento en la tasa de aplicación, brinda mejor eficiencia; para nuestro estudio solo se utilizó una capa de aplicación de acuerdo a la recomendación del fabricante y factores económicos.

#### **4.1.2 Análisis de pendientes en el desarrollo de resistencia del concreto**

Seguidamente se presentan gráficas que permiten visualizar las tasas de desarrollo de resistencia, las mismas se realizan según las Figura 67 para H175, y cómo estas se obtienen con base al promedio de dos muestras, hacer comparaciones entre las tasas de desarrollo, no es representativo, ya que no incluyen variaciones aleatorias. Para hacer comparaciones anteriormente se realizaron análisis estadísticos que permitieron dar criterios acerca de las diferencias significativas entre los métodos de curado, aunque estas gráficas sí se pueden utilizar para visualizar algunos de los criterios que se expusieron anteriormente.

En la Figura 67(a), se puede deducir que, los cilindros curados con tratamientos y curado estándar tiene tasas de desarrollo por día muy similares en el periodo de 0 a 3 días, los cilindros sin curado, en contraposición, su desarrollo promedio por día es el más bajo; esto se debe a que los primeros días tiene una pérdida de humedad muy acelerada.

Mientras que en la Figura 67(b), se puede ver que los tratamientos aún mantienen su capacidad de retención de humedad lo que hace que su tasa de desarrollo se mantenga, los cilindros sin curar siguen con la tasa de desarrollo más desfavorable por día

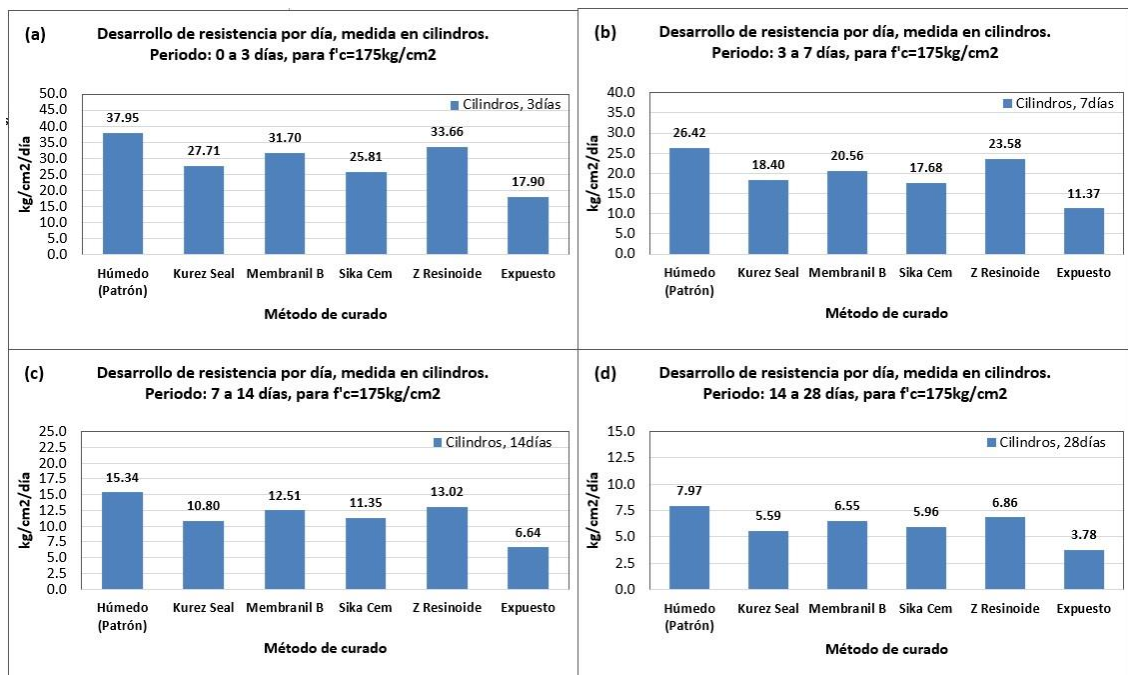


Figura 67: Desarrollo de resistencia por día medida en cilindros,  $f'c=175\text{kg/cm}^2$

En las Figura 67(c) y Figura 67(d), las tasas de desarrollo por día tienen una caída considerable; este fenómeno se pueda explicar, quizás, debido a que inmediatamente después de que la membrana se disipa la humedad interna en los cilindros se pierda resistencia de manera abrupta, ocasionado un cambio volumétrico significativo y pueda que se presenten fisuras.

En la Figura 68, se tiene un comportamiento de la tasa de desarrollo por día, muy similar a la anterior figura, en los periodos: 0 a 3y 3 a 7 días, la tasa es muy similar con variaciones mínimas; durante 7 a 14 y 14 a 28 días, se tiene desarrollos menores para la mayoría de tratamientos; además los cilindros curados de manera estándar son los que mejor desarrollo presentan y los cilindros sin curar las más bajas tasas de desarrollo.



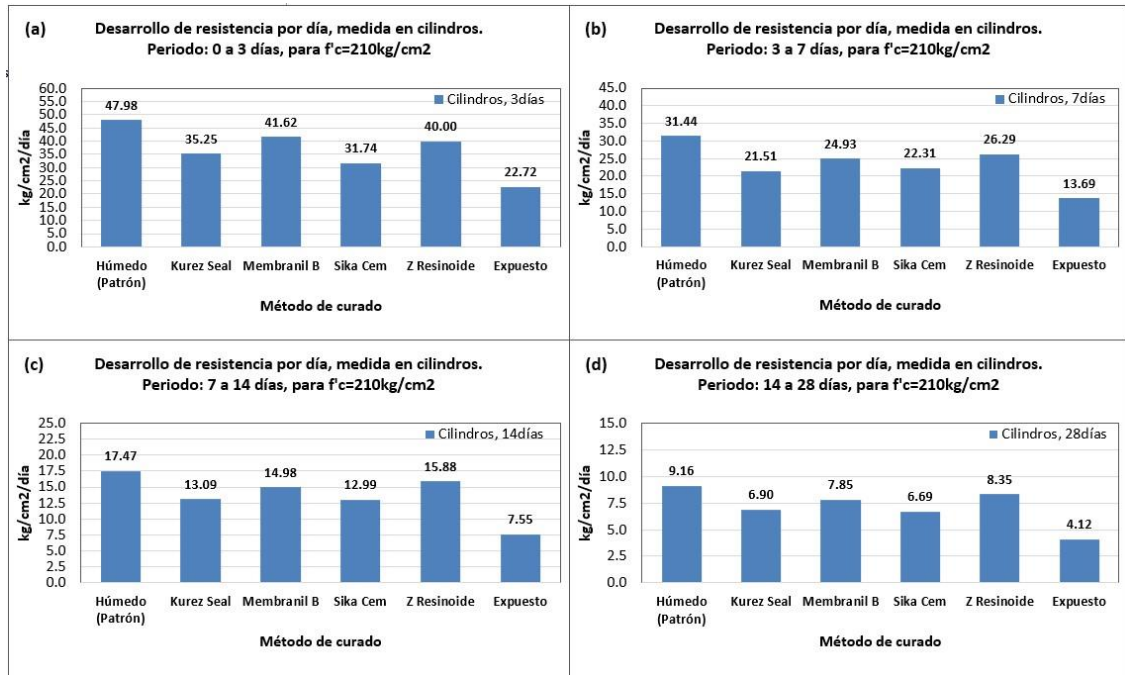


Figura 68: Desarrollo de resistencia por día medida en cilindros,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

En la Figura 69(a), los cilindros curados de manera estándar tienen mejores tasas de desarrollo por día para periodo 0 a 3 días, seguido de Z resinoide, Membranil B y Sika Cem, los cilindros sin curar tienen las resistencias más bajas de desarrollo esto posiblemente se debe a la rápida pérdida de humedad por condiciones ambientales desfavorables.

Mientras que en la Figura 69(b), se puede ver que los tratamientos a un mantienen su capacidad de retención de humedad lo que hace que su tasa de desarrollo se mantenga, los cilindros sin curar siguen con la tasa de desarrollo más desfavorable por día

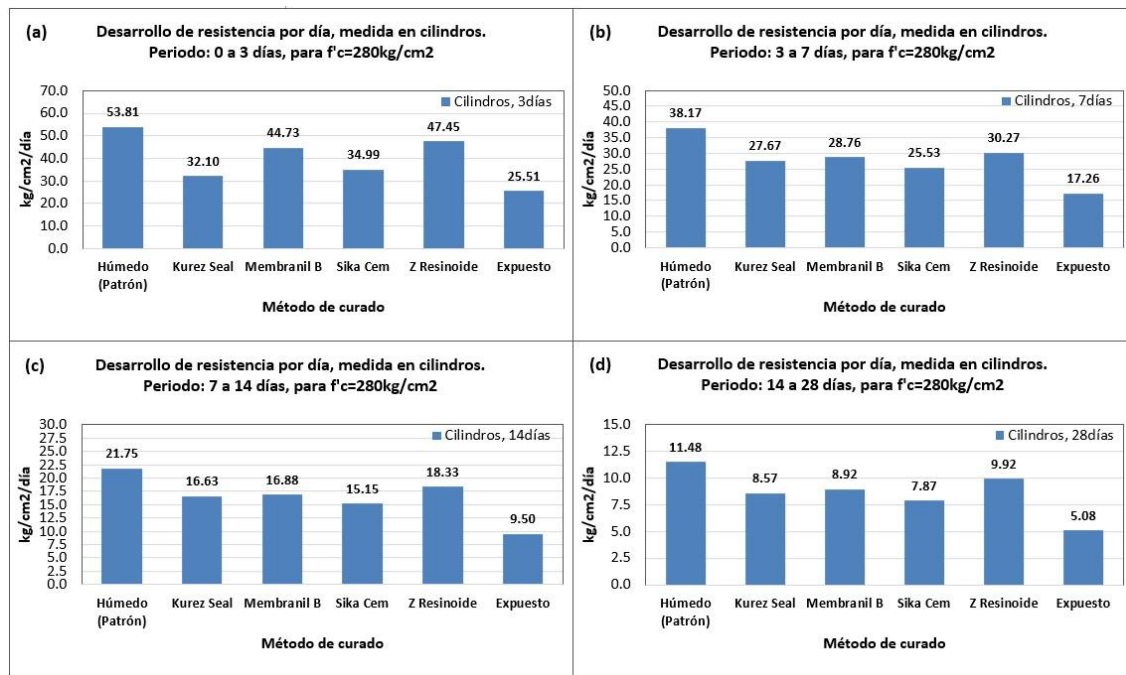


Figura 69: Desarrollo resistencia por día medida en cilindros, f'c=280kg/cm<sup>2</sup>

Según Figura 69(c) y Figura 69(d), las tasas de desarrollo por día tienen una caída considerable; este fenómeno se pueda explicar, quizás, debido a que inmediatamente después de que la membrana se disipa la humedad interna en los cilindros se pierda resistencia de manera abrupta, ocasionado un cambio volumétrico significativo y pueda que se presenten fisuras.

#### 4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE CURADO

Con el fin de obtener los costos unitarios para los materiales, se realizaron cotizaciones de los curadores químicos para el concreto, lo cual se presenta en el Anexo F (Precios actualizados a agosto del 2018 – Ciudad de Puno).

Tabla 73:

*Cotización de materiales para curado de concreto en la ciudad de Puno*

Material	Cantidad	Costo(S/.) Cotización 1	Costo(S/.) Cotización 2	Costo(S/.) Cotización 3	Costo promedio
Curador Kurez Seal	1.0 gal	12.97	12.97	12.97	<b>12.97</b>
Curador Membranil B	1.0 gal	53.96	53.96	53.96	<b>53.96</b>
Curador Sika Cem	1.0 gal	18.55	18.55	18.55	<b>18.55</b>
Curador Z Resinoide	1.0 gal	31.86	31.86	31.86	<b>31.86</b>
Agua	1.0 m <sup>3</sup>	3.45	3.55	3.50	<b>3.50</b>
Yute	1.0 m <sup>2</sup>	0.65	0.85	0.90	<b>0.80</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el análisis se tomará elementos estructurales viga y columna (verticales y horizontales), se consideran estas estructuras como aplicación para el uso de los compuestos curadores, por la complejidad de control en obra; estas estructuras no son posible el curado por inmersión en agua, pero se podría aplicar el método húmedo simulando la inmersión mediante el humedecimiento de yute. Para el análisis la aplicación de los compuestos de membrana será una capa (una sola aplicación); en cambio la aplicación con curado húmedo con yute se realizará 7 aplicaciones (simulando 7 días de curado).

De acuerdo al cálculo de los costos unitarios de curado por diferentes métodos, Anexo B. Se presentan los siguientes grafico donde se hace un análisis comparativo de la variación de costos del uso de los curadores químicos para concreto.

#### 4.2.1 Análisis de costos por m<sup>2</sup> de curado para número de veces en aplicación.

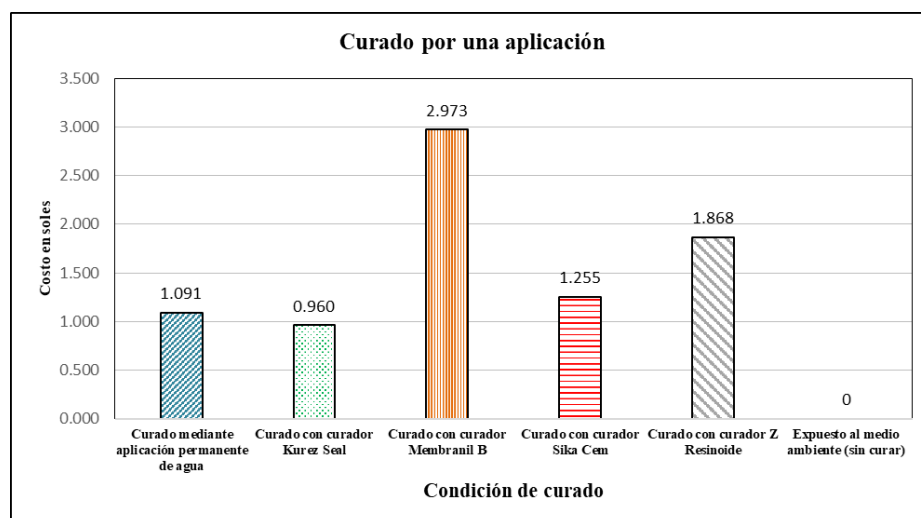


Figura 70: Costo por m<sup>2</sup> de superficie tratada con diferentes formas de curado, una sola aplicación.

Analizando los resultados de la Figura 70, se presenta los costos unitarios de curado del concreto para diferentes tratamientos (una sola aplicación), se puede apreciar que algunos curadores tienen altos costos iniciales; sin embargo, solo es necesario una sola aplicación mientras que en el curado habitual se debe aplicar al menos durante 7 días, lo que incrementara los precios

El concreto curado mediante aplicación de agua, tiene un costo de 1.091 soles por metro cuadrado de superficie tratada; Kurez Seal, tiene un costo de 0.960; Membranil B, tiene un costo de 2.973; Sika Cem, tiene un costo de 1.255; y el curador Z Resinoide,

tiene un costo de 1.868 soles por metro cuadrado de superficie tratada; mientras que el concreto expuesto al medio ambiente (sin curado), tiene un costo de 0.00 soles.

Según la Figura 70, el curado con Membranil B, es el de mayor costo; seguido por Z Resinoide; Sika Cem; curado mediante aplicación permanente con agua; y Kurez Seal; estos costos son para una sola aplicación del compuesto y a posterior no será necesario la aplicación del curador. Según el fabricante la protección que brindan estos compuestos es por 07 días aprox.

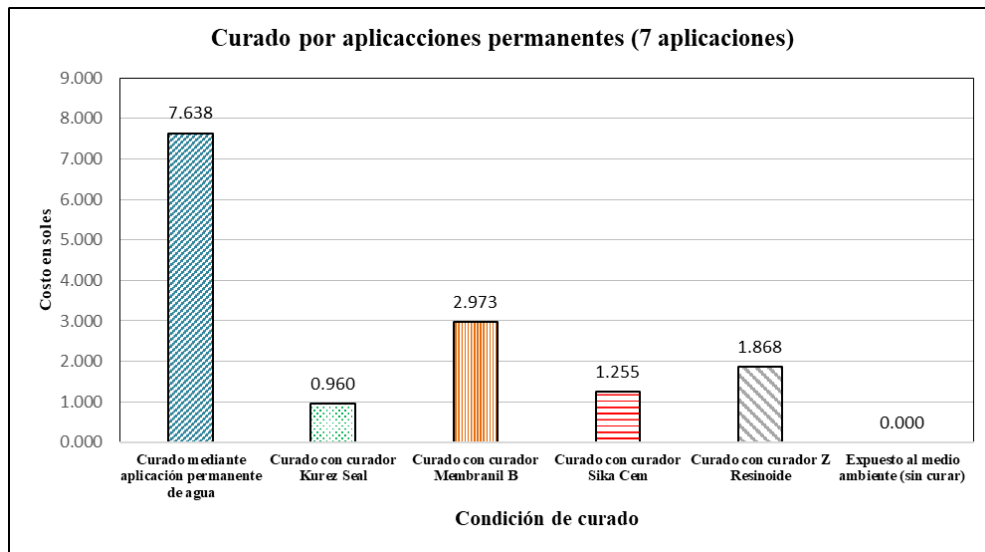


Figura 71: Costo por  $m^2$  de superficie tratada con diferentes formas de curado, siete aplicaciones.

De la Figura 71, se presenta los costos unitarios de curado, donde para el curado húmedo mediante aplicación permanente se hizo 7 aplicaciones (para 07 días); sin embargo, los curadores químicos de aplicación externa, solo es necesario una sola aplicación con lo cual se mantiene el costo inicial.

Al concreto tratado con curado húmedo se le incremento por siete aplicaciones (simulando 07 días), tiene un costo de 7.638 soles por metro cuadrado de superficie tratada; con Kurez Seal, se mantiene con una sola aplicación y tiene un costo de 0.960 soles por metro cuadrado; Membranil B, tiene un costo de 2.973; Sika Cem, tiene un costo de 1.255; Z Resinoide, tiene un costo de 1.868 soles por metro cuadrado de superficie tratada; el concreto expuesto al medio ambiente (sin curado), tiene un costo de 0.00 soles.

Según la Figura 71, el curado con aplicación permanente con agua es el de mayor costo, pues al incrementarse la cantidad de aplicaciones esto hace que los materiales, mano de obra y equipos aumenten el costo; mientras que los compuestos químicos mantienen su costo inicial.

#### 4.2.2 Análisis de costos por m<sup>2</sup> de curado, para número de veces en aplicación respecto al curado húmedo, en porcentaje.

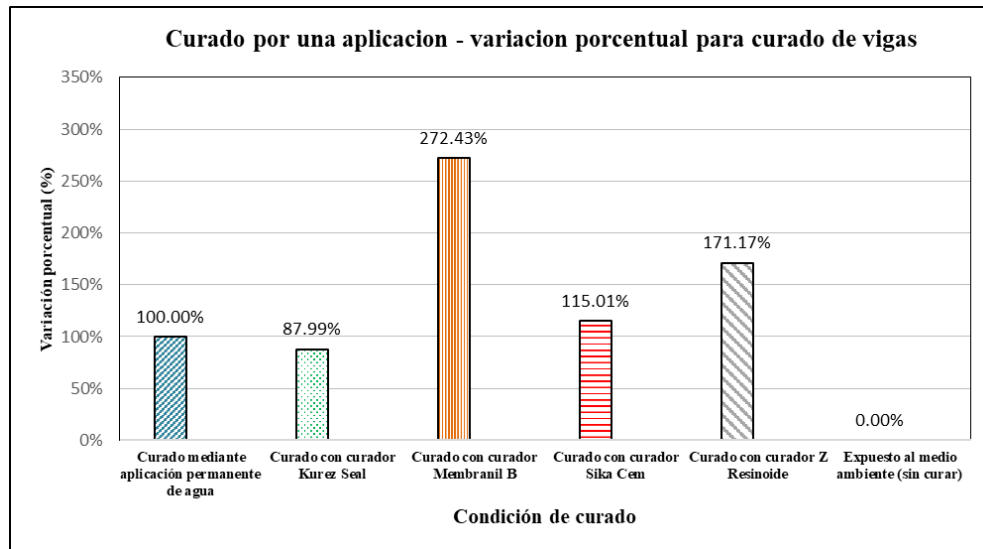


Figura 72: Porcentaje de variación respecto al curado húmedo, una aplicación de los curadores.

De la Figura 72, se presenta los porcentajes de variación en costos de las diferentes maneras de curado respecto al curado húmedo, estos porcentajes corresponden a una sola aplicación.

El concreto tratado con curado húmedo (aplicación de agua permanente), será el parámetro control del porcentaje de variación frente a los demás tratamientos; para tal efecto será el 100%. El costo de curado (una sola aplicación) con el curador Kurez Seal, representa 87.99% respecto al curado húmedo, lo cual es menor en 12.01%; el costo de Membranil B, representa 272.43% respecto al curado húmedo; es mayor en 172.43%; el costo Sika Cem, representa 115.01% respecto al curado húmedo; es mayor en 15.01%; el costo de Z Resinoide, representa 171.17% respecto al curado húmedo; lo cual es mayor en 71.17%; el costo de curado del concreto expuesto al medio ambiente, representa 0.00% respecto al curado húmedo; pues no hay costo alguno.

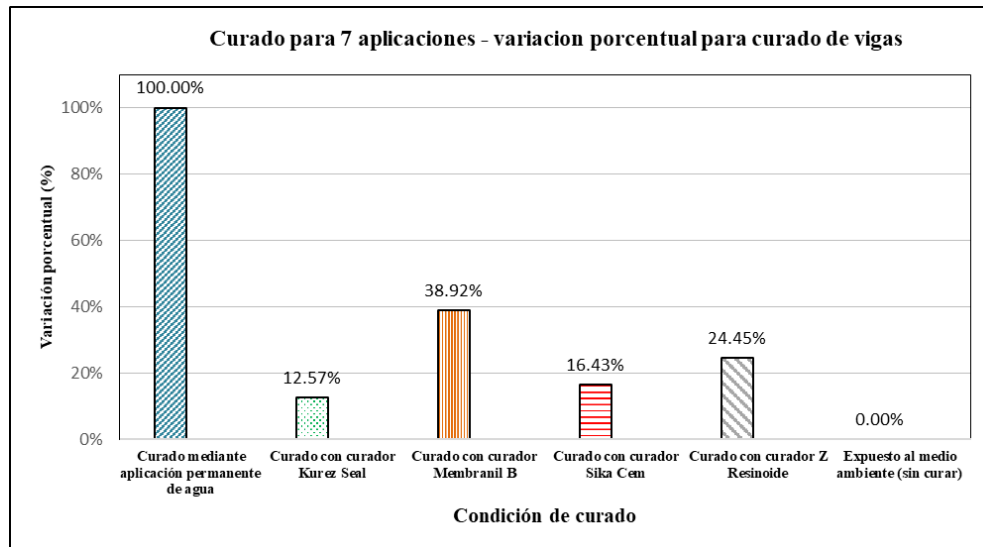


Figura 73: Porcentaje de variación respecto al curado húmedo, 07 aplicaciones frente a los curadores químicos.

De la Figura 73, se presenta los porcentajes de variación en costos de las diferentes maneras de curado respecto al curado húmedo, al cual se realizó 07 aplicaciones (corresponde a 07 días), mientras que los demás tratamientos se mantienen en su costo inicial.

El concreto tratado con curado húmedo (aplicación de agua) será el parámetro control, para tal efecto será el 100%, lo cual es para 07 aplicaciones de curado.

El costo de curado con Kurez Seal representa el 12.57% respecto al curado húmedo, lo cual es menor en 87.43%; el costo de Membranil B representa el 38.92% respecto al curado húmedo, lo cual es menor en 61.08%; el costo de Sika Cem representa el 16.43% respecto al curado húmedo, lo cual es menor en 83.57%; el costo de Z Resinoide representa el 24.45% respecto al curado húmedo, lo cual es menor en 75.55%; el costo del concreto expuesto al medio ambiente, representa 0.00% respecto al curado húmedo; pues no hay costo alguno.

Según la Figura 73, el curado con Kurez Seal tiene la mayor variación porcentual respecto al curado mediante aplicación de agua; seguido de Sika Cem, Z Resinoide, y Membranil B. Se concluye que; si bien, los curadores químicos de aplicación externa tienen mayor costo inicial, solo es necesario una sola aplicación; sin embargo, el curado con agua se debe realizar varias aplicaciones, esto hace que el costo se incremente.



## 4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 4.3.1 Prueba para concreto de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

#### Paso N° 01: Hipótesis

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** El concreto curado mediante compuestos químicos, curado estándar y sin curado, tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

**Hipótesis alterna ( $H_a$ ):** El concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado, no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

La hipótesis Nula  $H_0$ :  $\mu_{CP} = \mu_{KS} = \mu_{MB} = \mu_{SC} = \mu_{ZR} = \mu_{EXP}$

La hipótesis Alternativa  $H_a$ :  $\mu_{CP} \neq \mu_{KS} \neq \mu_{MB} \neq \mu_{SC} \neq \mu_{ZR} \neq \mu_{EXP}$

#### Donde:

$\mu_{CP}$ : Media de la resistencia del concreto curado húmedo en laboratorio - curado patrón (CP).

$\mu_{KS}$ : Media de la resistencia del concreto curado con Kurez Seal (KS).

$\mu_{MB}$ : Media de la resistencia del concreto curado con Membranil B (MB).

$\mu_{SC}$ : Media de la resistencia del concreto curado con Sika Cem (SC).

$\mu_{ZR}$ : Media de la resistencia del concreto curado con Z Resinoide (ZR).

$\mu_{EXP}$ : Media de la resistencia del concreto sin curado – expuesto al ambiente (EXP).

#### Paso N° 02: Nivel de significancia

Para la presente investigación usaremos un nivel de significancia de:  $\alpha=0.05$

#### Paso N° 03: Identificar o seleccionar el estadístico de prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \quad \text{que se distribuye según } F_{(k-1, k(n-1))}$$

#### Paso N° 04: Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en el Anexo D se encuentra el valor crítico de la prueba:  $F_{0.95,5,6} = 4.390$

#### Paso N° 05: Criterio para decidir

Si la probabilidad obtenida p-valor  $\leq \alpha$ , rechace  $H_0$  (se acepta  $H_a$ )

Si la probabilidad obtenida p-valor  $> \alpha$ , no rechace  $H_0$  (se acepta  $H_0$ )

#### Paso N° 06: Calculo del $F_p$



Tabla 74:

*Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .*

Descriptivos								
Promedio de resistencia del concreto, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$								
	N	Media	Desv. desviación	Desv. error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Kurez Seal	2	156.4150	.41719	.29500	152.6667	160.1633	156.12	156.71
Membrani l B	2	183.3900	4.87904	3.45000	139.5536	227.2264	179.94	186.84
Sika Cem	2	166.7900	8.40043	5.94000	91.31519	242.2649	160.85	172.73
Z Resinoide Curado	2	192.0850	2.11425	1.49500	173.0892	211.0808	190.59	193.58
laboratorio	2	223.2000	1.06066	.75000	213.6703	232.7297	222.45	223.95
Sin curar-Expuesto	2	105.8100	5.98212	4.23000	52.0628	159.5572	101.58	110.04
Total	12	171.2817	37.82880	10.92023	147.2464	195.3169	101.58	223.95

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 75:

*Análisis de varianza de los tratamientos de curado,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos (tratamientos)	15605.271	5	3121.054	137.767	0.000
Dentro de grupos (error)	135.927	6	22.655		
<b>Total</b>	<b>15741.199</b>	<b>11</b>			

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

**Interpretación:** Como el p-valor:  $0.000 < 0.05$ , entonces a un nivel de significación de 0.05 las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los diferentes tratamientos de curado durante el proceso de experimentación, difiere significativamente entre los demás tratamientos.

Sin embargo, el análisis de varianza no permite determinar cuál de los tratamientos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que curador químico tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de evaluación. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples de medias.

Tabla 76:

*Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado,  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>*

HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05				
Tratamientos	N	1	2	3	4	5
Sin curar-expuesto al Amb.	2	105.8100				
Kurez Seal	2		156.4150			
Sika Cem	2		166.7900	166.7900		
Membranil B	2			183.3900	183.3900	
Z Resinoide	2				192.0850	
Curado húmedo en laboratorio (CP)	2					223.2000
Sig.		1.000	0.361	0.085	0.513	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2.000.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

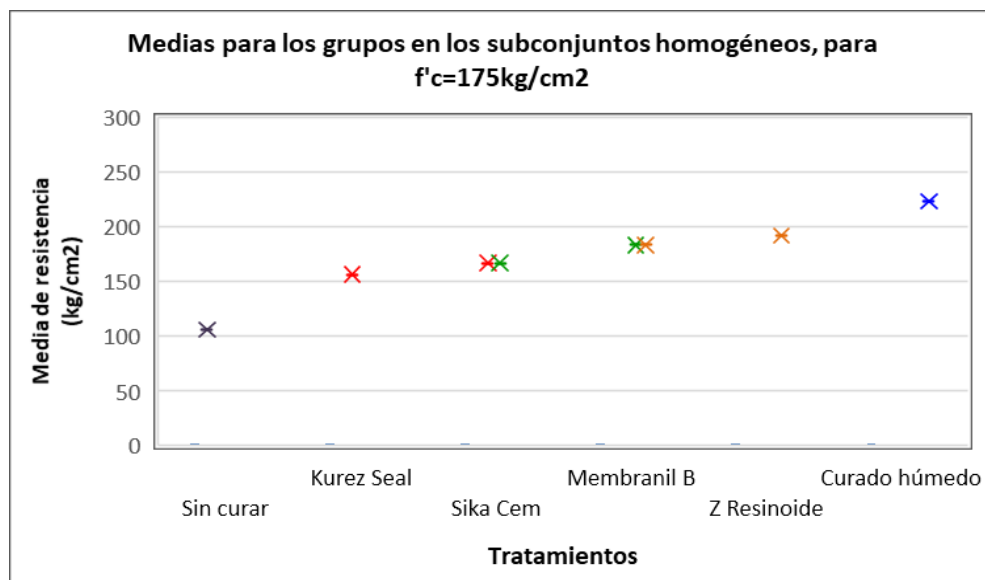


Figura 74: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos,  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Interpretación:

Según Tabla 75, se concluye que, con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los diferentes tratamientos, tiene diferencias estadísticas y difieren significativamente; el método que tuvo mayor eficiencia es el curado húmedo en laboratorio, seguido de Z resinoide, Membranil B, Sika Cem, Kurez Seal y sin curar, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de medias homogéneas.

### Paso N° 07: Decisión

A un nivel de significación del 5%  $F_{Cal} = 137.767$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, concluimos que el

concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración; por consiguiente, los curadores químicos muestran un comportamiento deficiente para el proceso de curado y protección del concreto para la región Puno.

#### 4.3.2 Prueba para concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

##### Paso N° 01: Hipótesis

**Hipótesis nula (Ho):** El concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado, tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

**Hipótesis alterna (Ha):** El concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado, no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

La hipótesis Nula Ho:  $\mu_{CP} = \mu_{KS} = \mu_{MB} = \mu_{SC} = \mu_{ZR} = \mu_{EXP}$

La hipótesis Alternativa Ha:  $\mu_{CP} \neq \mu_{KS} \neq \mu_{MB} \neq \mu_{SC} \neq \mu_{ZR} \neq \mu_{EXP}$

##### Paso N° 02: Nivel de significancia

Para la presente investigación usaremos un nivel de significancia de:  $\alpha=0.05$

##### Paso N° 03: Identificar o seleccionar el estadístico de prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \quad \text{Que se distribuye según } F_{(k-1, k(n-1))}$$

##### Paso N° 04: Región crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en el Anexo D se encuentra el valor crítico de la prueba:  $F_{0.95,5,6} = 4.390$

##### Paso N° 05: Criterio para decidir

Si la probabilidad obtenida p-valor  $\leq \alpha$ , rechace Ho (se acepta Ha)

Si la probabilidad obtenida p-valor  $> \alpha$ , no rechace Ho (se acepta Ho)

##### Paso N° 06: Calculo del Fp

Tabla 77:

*Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Descriptivos							
	N	Media	Desv. desviación	Desv. error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Kurez Seal	2	193.1400	8.31558	5.88000	118.4275	267.8525	187.26	199.02
Membrani 1 B	2	219.7600	.52326	.37000	215.0587	224.4613	219.39	220.13
Sika Cem	2	187.2300	6.18011	4.37000	131.7039	242.7561	182.86	191.60
Z Resinoide	2	233.8250	2.14253	1.51500	214.5751	253.0749	232.31	235.34



Curado laboratorio	2	256.3450	4.32042	3.05500	217.5275	295.1625	253.29	259.40
<i>(...Continúa la Tabla anterior.)</i>								
Sin curar-Expuesto	2	115.2200	2.24860	1.59000	95.0171	135.4229	113.63	116.81
Total	1	200.920	47.03966	13.5791	171.0328	230.8074	113.63	259.40
	2	0		8	4	6		

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 78:

Análisis de varianza de los tratamientos de curado,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos (tratamientos)	24204.099	5	4840.820	213.677	0.000
Dentro de grupos (error)	135.929	6	22.655		
Total	24340.029	11			

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

**Interpretación:** Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$ , entonces a un nivel de significación de 0.05 las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los diferentes tratamientos de curado durante el proceso de experimentación, difiere significativamente entre los demás tratamientos.

Sin embargo, el análisis de varianza no permite determinar cuál de los tratamientos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que curador químico tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de evaluación. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples de medias.

Tabla 79:

Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado,  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

HSD Tukey <sup>a</sup> Tratamientos	N	Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			
		Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Sin curar-Expuesto al Amb.	2	115.2200			
Sika Cem	2		187.2300		
Kurez Seal	2		193.1400		
Membranil B	2			219.7600	
Z Resinoide	2			233.8250	
Curado húmedo en laboratorio (CP)	2				256.3450
Sig.		1.000	0.805	0.154	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2.000.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

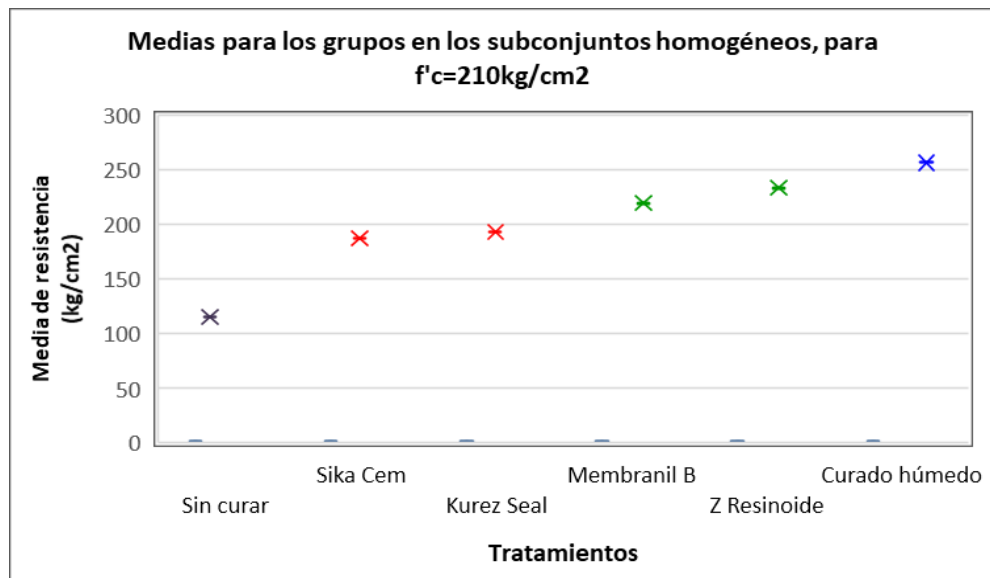


Figura 75: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

### Interpretación:

Según Tabla 78, se concluye que, con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los diferentes tratamientos, tiene diferencias estadísticas y difieren significativamente entre los diferentes métodos de curado; el método que tuvo mayor eficiencia es el curado húmedo en laboratorio, seguido de Z Resinoide, Membranil B, Kurez Seal, Sika Cem y sin curar, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de medias homogéneas.

### Paso N° 07: Decisión

A un nivel de significación del 5%  $F_{\text{Cal}} = 213.677$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, concluimos que el concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración; por consiguiente, los curadores químicos muestran un comportamiento deficiente para el proceso de curado y protección del concreto para la región Puno. En la ciudad de Arequipa – Perú, (Contreras & Velazco, 2018), encuentra que los curadores con aditivos brinda buenos resultados, además económico. El estudio se realizó a 2335msnm.

### 4.3.3 Prueba para concreto de resistencia $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

#### Paso N° 01: Hipótesis

**Hipótesis nula (Ho):** El concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado, tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

**Hipótesis alterna (Ha):** El concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado, no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración.

La hipótesis Nula Ho:  $\mu_{CP} = \mu_{KS} = \mu_{MB} = \mu_{SC} = \mu_{ZR} = \mu_{EXP}$

La hipótesis Alternativa Ha:  $\mu_{CP} \neq \mu_{KS} \neq \mu_{MB} \neq \mu_{SC} \neq \mu_{ZR} \neq \mu_{EXP}$

#### Paso N° 02: Nivel de significancia

Para la presente investigación usaremos un nivel de significancia de:  $\alpha=0.05$

#### Paso N° 03: Identificar o seleccionar el estadístico de prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \quad \text{Que se distribuye según } F_{(k-1, k(n-1))}$$

#### Paso N° 04: Región crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en el Anexo D se encuentra el valor crítico de la prueba:  $F_{0.95,5,6} = 4.39$

#### Paso N° 05: Criterio para decidir

Si la probabilidad obtenida p-valor  $\leq \alpha$ , rechace Ho (se acepta Ha)

Si la probabilidad obtenida p-valor  $> \alpha$ , no rechace Ho (se acepta Ho)

#### Paso N° 06: Calculo del Fp

Tabla 80:

*Estadísticos descriptivos para resistencias de probetas cilíndricas,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Resistencia del concreto $f'c=280$	N	Media	Descriptivos					Mínim o	Máxim o
			Desv. desviació n	Desv. error	95% del intervalo de confianza para la media				
					Límite inferior	Límite superio r			
Kurez	2	239.950	1.38593	.98000	227.497	252.402	238.97	240.93	
Seal		0			9	1			
Membrani	2	249.740	1.03238	.73000	240.464	259.015	249.01	250.47	
l B		0			5	5			
Sika Cem	2	220.345	1.52028	1.07500	206.685	234.004	219.27	221.42	
		0			8	2			
Z	2	277.890	4.87904	3.45000	234.053	321.726	274.44	281.34	
Resinoide		0			6	4			
Curado	2	321.550	5.06288	3.58000	276.061	367.038	317.97	325.13	
húmedo		0			8	2			
Sin curar-	2	142.255	1.77484	1.25500	126.308	158.201	141.00	143.51	
Expuesto		0			7	3			
Total	<b>1</b>	<b>241.955</b>	<b>57.40975</b>	<b>16.5727</b>	<b>205.478</b>	<b>278.431</b>	<b>141.00</b>	<b>325.13</b>	
	<b>2</b>	<b>0</b>		<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 81:

*Análisis de varianza de los tratamientos de curado,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	36196.793	5	7239.359	750.378	0.000
Dentro de grupos	57.886	6	9.648		
Total	36254.679	11			

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

**Interpretación:** Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$ , entonces a un nivel de significación de 0.05 las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los diferentes tratamientos de curado durante el proceso de experimentación, difiere significativamente entre los demás tratamientos.

Sin embargo, el análisis de varianza no permite determinar cuál de los tratamientos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que curador químico tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de evaluación. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples de medias.

Tabla 82:

*Diferencia de medias para el puntaje promedio de tratamientos de curado,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

HSD Tukey <sup>a</sup> Tratamientos	N	Resistencia del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$				
		Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Sin curar-Expuesto al Amb.	2	142.2550				
Sika Cem	2		220.3450			
Kurez Seal	2			239.9500		
Membranil B	2			249.7400		
Z Resinoide	2				277.8900	
Curado húmedo en laboratorio (CP)	2					321.5500
Sig.		1.000	1.000	0.124	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2.000.

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

**Interpretación:**

Según Tabla 81, se concluye que, con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los diferentes tratamientos, tiene diferencias estadísticas y difieren significativamente entre los diferentes métodos de curado; el método que tuvo mayor eficiencia es el curado húmedo en laboratorio, seguido de Z Resinoide, Membranil B, Kurez Seal, Sika Cem y sin curar, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y de medias homogéneas.



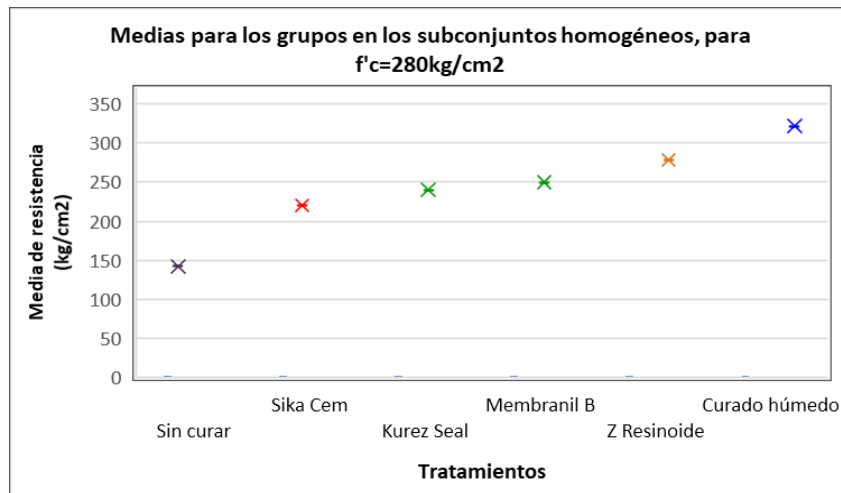


Figura 76: Diagrama de medias para grupos en los subconjuntos homogéneos,  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$

### Paso N° 07: Decisión

A un nivel de significación del 5%  $F_{\text{Cal}} = 750.378$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, concluimos que el concreto curado mediante curadores químicos, curado estándar y sin curado no tienen promedios de resistencia similares a los 28 días de maduración; por consiguiente, los curadores químicos muestran un comportamiento deficiente para el proceso de curado y protección del concreto para la región Puno. En contraste (Bolaños, 2011), utiliza concreto de  $a/c=0.55$  y  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ , encuentra que los compuestos químicos mejoran el comportamiento ante el agrietamiento, permeabilidad y resistencia, se debe tener en cuenta que se realizó en Bogotá – Colombia, a 2630msnm, se verifica que la altitud es inferior a la altitud a la que se realizó la investigación, esto influye directamente en la eficiencia de los compuestos químicos.

Por otro lado (Corrales, 2015), demuestra que ningún tratamiento de curado empleado en campo, es realmente eficaz, debido a que la zona del concreto que pierde humedad por evaporación, no alcanza la resistencia de diseño  $f'c$ , teniendo en cuenta que el estudio se realizó a una altitud de 1300msnm, en este caso se coincide con el investigador.

Como se pudo verificar existe discrepancia en los resultados de los investigadores; sin embargo, para condiciones atmosféricas particulares y características de materiales de la ciudad de Puno, los curadores demostraron baja eficiencia en el proceso de curado.



## V. CONCLUSIONES

- La resistencia del concreto tratado con compuestos líquidos en comparación a la resistencia del curado húmedo en laboratorio, para  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , solo el concreto curado con Z Resinoide sobrepasa el 85% de la resistencia del curado estándar a la edad de 28 días, los demás tratamientos están por debajo del requerimiento; para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto curado con Z Resinoide y Membranil B sobrepasaron el 85% de la resistencia del curado húmedo a la edad de 28 días, los demás están por debajo del requerimiento; para  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto curado con Z Resinoide sobrepasa el 85% de la resistencia del curado húmedo a la edad de 28 días, los demás están por debajo del requerimiento.
- Respecto al nivel de variación de la resistencia del concreto tratado con compuestos líquidos, en relación a la resistencia especificada más un incremento del  $35 \text{ kg/cm}^2$ , para  $f'c=175, 210 \text{ y } 280 \text{ kg/cm}^2$ , ninguno de los tratamientos con compuestos químicos supera a la resistencia especificada más un incremento de  $35 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de maduración.
- Los costos del curado con compuestos líquidos, son menores en relación al curado tradicional (aplicación permanente con agua); si bien, los curadores químicos de aplicación externa tienen mayores costos iniciales, pues solo es necesario una sola aplicación; sin embargo, el curado con agua se debe realizar varias aplicaciones, esto hace que el costo se incremente tanto en materiales y mano de obra.



## VI. RECOMENDACIONES

- Si se desea utilizar compuestos líquidos formadores de membrana, se debe realizar un prueba de la eficiencia de curado en obra; muchas veces se utiliza sin ninguna verificación de su capacidad de retención de humedad, para lo cual se recomienda realizar el curado de las probetas bajo condiciones de obra, deberá realizarse en condiciones similares a las del elemento estructural al cual ellas representan, y éstas deben moldearse al mismo tiempo y de la misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio, según (ASTM C 39, 2017).
- Si bien la mayoría de los curadores químicos presentaron resultados desfavorables, lo cual no implica que el compuesto químico sea de mala calidad. En la presente investigación el tratamiento se hizo con una sola aplicación según indica la Ficha Técnica de los productos; sin embargo, si se trabajara a dos aplicaciones pueda que mejore su desempeño, lo cual tendrá una variabilidad en los costos; además se debe tener en cuenta que existen muchos factores y/o variables que pueden afectar la resistencia del concreto.
- Los curadores compuestos de Resinas (Curador Z Resinoide y Membranil B) nos brindan ligeramente mejor eficiencia frente a los curadores de silicato de Sodio (Kurez Seal y Sica Cem curador), para la ciudad de Puno se recomienda utilizar un compuesto a base de resina, puesto que tiene una eficiencia ligeramente aceptable.
- Si las condiciones de obra permiten el abastecimiento de agua el curado debe realizarse por vía húmeda (curado con agua) sobre todo en elementos horizontales, en elementos verticales muchas veces es un tanto complicado el proceso de curado vía húmedo, para lo cual se puede optar los curadores químicos por su facilidad de aplicación te ayuda en la producción de concreto.
- En la presente tesis la aplicación de los curadores se realizó a una sola vez, con lo que se obtuvieron resultados no tan satisfactorios como se desea; sin embargo, se recomienda realizar investigaciones con dos aplicaciones.
- Se deben de realizar investigaciones de la eficiencia de los compuestos químicos formadores de membrana para concreto, a altitudes mayores a lo 4000msnm, sobre todo compuestos a base de resina, puesto que han demostrado tener ligeramente mejor capacidad de retención de la humedad, frente a los demás curadores.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (1995). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima, Perú: San Marcos.
- ACI 305. (2010). *Guide to Hot Weather Concreting*. Estados Unidos.
- ACI 308R. (2016). *Guide to External Curing of Concrete*. Estados Unidos.
- ACI 318M. (2011). *Requisitos del reglamento para concreto estructural*. Estados Unidos.
- ASMT C 150. (2018). *Standard Specification for Portland Cement*. Estados Unidos.
- ASTM C 156. (2003). *Standard Test Method for Water Retention by Concrete Curing Materials*. Estados Unidos.
- ASTM C 309. (2003). *Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete*. Estados Unidos.
- ASTM C 31. (2017). *Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de concreto en la obra*. Estados Unidos.
- ASTM C 33/C 33M. (2008). *Especificación Normalizada para Agregados para Concreto*. Estados Unidos.
- ASTM C 39. (2017). *Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*. Estados Unidos.
- ASTM D 2216. (1998). *Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelos y rocas por masa*. Estados Unidos.
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17(1), 47–52. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77>
- Bolaños, V. M. (2011). *Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Charaja, F. (2011). *El MAPIC en la metodología de investigación (2ª)*. Puno, Perú: Sagitario Impresiones.
- Chema. (2017). *Hoja Técnica Membranil B*. Lima, Perú.
- Contreras, S., & Velazco, C. (2018). *Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Peru.



- Corrales, S. (2015). *Análisis de la resistencia a la compresión desarrollada en el concreto al ser curado con compuestos líquidos formadores de membrana*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Fattuhi, N. I. (1986). Curing compounds for fresh or hardened concrete. *Building and Environment*, 21(2), 119–125. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(86\)90018-1](https://doi.org/10.1016/0360-1323(86)90018-1)
- Figueroa, M. F. (2007). *Uso de un sistema de curado intermedio en hormigón fresco*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Hernández, N. (2010). Efecto del curado sobre un concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Ingeniería UC*, 17, 92–96.
- Kosmatka, & Panarese, W. C. (1988). *Design and Control of Concrete Mixtures* (13<sup>a</sup> ed.). Portland Cement Association, Skokie III.
- Lam, M. J. (2005). *Estudio de la variabilidad de la resistencia del concreto aplicando curador químico de uso externo y utilizando cemento tipo I*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- MTC. (2000). *EM 2000: Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (1998). *Tecnología del concreto* (1<sup>a</sup>). México D.F., México: Trillas.
- NTP 339.033. (2009). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* (3<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland* (3<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.046. (2008). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.083. (2003). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión*. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.183. (2013). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio* (2<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ('Peso Unitario') y los vacíos en los agregados* (3<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.018. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m(N<sup>o</sup>200) por lavado en agregados*



- (2<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.019. (2002). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la maquina de Los Angeles* (2<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.021. (2002). *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso* (2<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino* (3<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.037. (2014). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto* (3<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto* (2<sup>a</sup>). Lima - Peru: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Rivva López, E. (2000). Naturaleza y Materiales del concreto. In *ACI Perú*. Retrieved from [www.ucacue.edu.ec](http://www.ucacue.edu.ec)
- RNE E.060. (2009). *Concreto Armado*. Lima, Perú: DIGIGRAF CORP. SA.
- Sika. (2014). *Hoja Tecnica Sika Cem Curador*. Lima, Perú.
- SIKA, C. (2009). *Sika Informaciones Tecnicas: Curado del Concreto*. Colombia.
- Valenzuela, L. A. (2018). *Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Z Aditivos. (2014). *Curador Z Resinoide*. Lima, Perú.



## ANEXOS

### ANEXO A: ENSAYOS DE LABORATORIO – DISEÑO DE MEZCLAS

**Megalaboratorio del Sur S.R.L.**  
RUC: 20448773176

# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTÉCNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS PARA ENSAYOS DE PROYECTO DE TESIS**

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS - MEGALABORATORIOS DEL SUR S.R.L.**

**HACE CONSTAR:**

Que el tesista, conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola; **Bach. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI**, hizo uso de los equipos de laboratorio de **MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS - MEGALABORATORIOS DEL SUR S.R.L.**, para realizar los ensayos requeridos en la ejecución del proyecto de tesis: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGIÓN DE PUNO”**.

Los ensayos realizados son los siguientes:

- **Diseño de mezclas**
  - 01 ensayo de contenido de humedad para agregado grueso y fino
  - 01 ensayo de peso unitario de los agregados grueso y fino
  - 01 ensayo de granulometría para agregado grueso y fino
  - 01 ensayo peso específico y absorción del agregado fino y grueso
- **Ensayos de compresión simple de briquetas de concreto**
  - 24 briquetas: tratados con curado húmedo en laboratorio
  - 24 briquetas: tratados con curado Kurez Seal
  - 24 briquetas: tratados con curado Membranil B
  - 24 briquetas: tratados con curado Sika Cem Curador
  - 24 briquetas: tratados con curado Z Resinoide
  - 24 briquetas expuestas al medio ambiente

*Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para la presentación de su proyecto de Tesis.*

Puno, 15 de octubre del 2018

**MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.**  
RUC: 20448773176  
**WALTER MACHACA ZAMANTA**  
INGENIERO CIVIL C.O.A. 105190  
GERENTE GENERAL

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( )  
Jr. Ancash 456

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431

131

repositorio.unap.edu.pe  
No olvide citar adecuadamente esta tesis





RUC: 20448773176

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM d 2216**

**PROYECTO :** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI  
**UBICACION** : DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO  
**LUGAR** : RIO CUTIMBO  
**MUESTRA** : HORMIGON DEL RIO CUTIMBO  
**DISEÑO** f<sub>c</sub>= : 175, 210 Y 280 Kgr/cm<sup>2</sup>.  
**FECHA** : 16 DE AGOSTO I  
**TECNICO** :  
**JEFE LAB. ING. RESP.**

**AGREGADO GRUESO**

Nro De Tara	T-107	T-74	T-110
Peso de Tara	39.59	40.46	41.00
Peso de Tara + M. Humeda	<b>154.08</b>	<b>164.77</b>	<b>156.26</b>
Peso de Tara + M. Seca	<b>149.67</b>	<b>159.07</b>	<b>150.69</b>
Peso de Agua	4.41	5.7	5.57
Peso Muestra Seca	110.08	118.61	109.69
Contenido de humedad W%	4.01	4.81	5.08
Promedio cont. Humedad W%	<b>4.63</b>		

**AGREGADO FINO**

Nro De Tara	T-140	T-138	T-100
Peso de Tara	42.92	40.45	43.47
Peso de Tara + M. Humeda	<b>135.5</b>	<b>115.6</b>	<b>137.29</b>
Peso de Tara + M. Seca	<b>130.11</b>	<b>111.54</b>	<b>131.77</b>
Peso de Agua	5.39	4.06	5.52
Peso Muestra Seca	87.19	71.09	88.3
Contenido de humedad W%	6.18	5.71	6.25
Promedio cont. Humedad W%	<b>6.05</b>		

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS  
TECNICO DE LABORATORIO

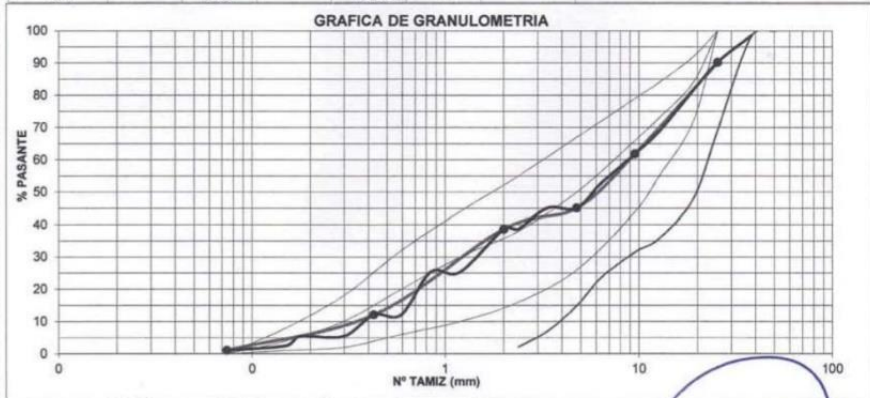
Mega Laboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL C.P. N° 128148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS**  
(ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.)  
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO :** "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"  
**SOLICITANTE :** BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI  
**UBICACION :** DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO  
**LUGAR :** RIO CUTIMBO  
**MUESTRA :** HORMIGON DEL RIO CUTIMBO  
**DISEÑO fe :** 175, 210 Y 280 Kgr/cm2

**FECHA :** 16 DE AGOSTO DEL 2018  
**TECNICO :**  
**JEFE LAB. ING. RESP. :**

PROCEDENCIA DEL MATERIAL :		RIO CUTIMBO				NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
Nº DE MALLAS (SERIE AMERICANA)	ABERTURA DE MALLAS (mm)	ABERTURA DE MALLAS (mm)	ABERTURA DE MALLAS (mm)	ABERTURA DE MALLAS (mm)	ABERTURA DE MALLAS (mm)	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS DE ENSAYOS
		RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA		
3"	76.200				100.00		<b>Peso Inicial :</b> 9,202.65 Gr.
2 1/2"	63.500				100.00		<b>TAMÑO MAXIMO :</b> 11/2"
2"	50.800	0			100.00		<b>K de fraccion :</b> 0.00
1 1/2"	38.100	129	1.40	1.40	98.60		<b>Limite Liquido :</b> NP
1"	25.400	773.0	8.40	9.80	90.20		<b>Limite Plastico :</b> NP
3/4"	19.050	792.0	8.61	18.41	81.59		<b>Indice Plastico :</b> NP
1/2"	12.700	1171.0	12.72	31.13	68.87		<b>CLASIFICACION</b>
3/8"	9.525	644.0	7.00	38.13	61.87		AASHTO : ---
1/4"	6.350	842.0	9.15	47.28	52.72		SUCS : ---
Nº 4	4.760	703.00	7.64	54.92	45.08		Coef. Uniformidad : ---
Nº 6	3.380	0.00		54.92	45.08		Coef. Curvatura : ---
Nº 8	2.380	592.00	6.43	61.35	38.65		Indice de Grupo : (0)
Nº 10	2.000	0.00		61.35	38.65		AGREG. GRAVA : 5054.00
Nº 16	1.190	1224.00	13.30	74.65	25.35		AGREG. ARENA : 4148.65
Nº 20	0.840	0.00		74.65	25.35		%ARENA : 54.92
Nº 30	0.590	1221.000	13.27	87.92	12.08		%PIEDRA : ---
Nº 40	0.426	0.00		87.92	12.08		Pierde Finos % : 2.52
Nº 50	0.297	609.00	6.62	94.54	5.46		<b>Observaciones :</b>
Nº 80	0.177	0.00		94.54	5.46		
Nº 100	0.149	270.32	2.94	97.48	2.52		
Nº 200	0.074	133.12	1.45	98.92	1.08		
-200		99.21		100.00			



Megalaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176

ALEX DAVID MUNIZ VARGAS  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Megalaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176

WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 126146  
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI Nº 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: Jr. Ancash 456

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431





# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

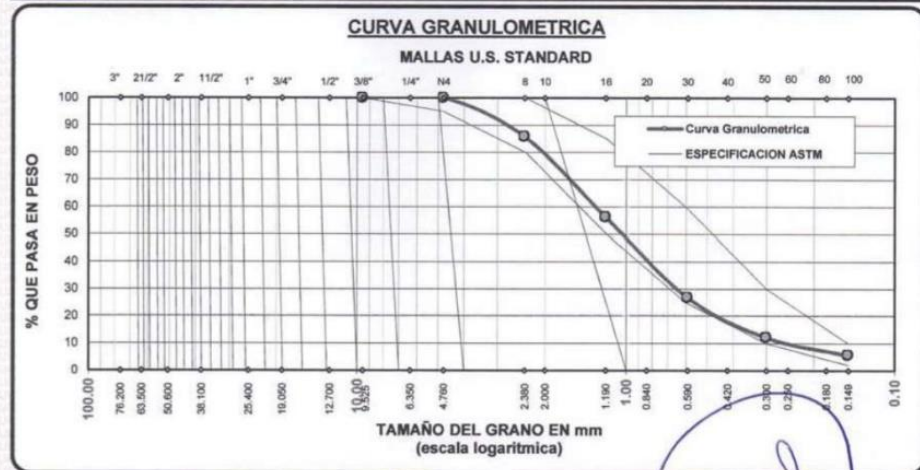
ANALISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION ( D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487 )

OBRA	: "ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI		
UBICACION	: DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO		
MUESTRA	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO		
DISEÑOS	: 175, 210 Y 280 Kgr/cm2.	TECNICO	:
FECHA	: 16 DE AGOSTO DEL 2018	JEFE LAB. ING. RESP.	:

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM C 33
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100
No8	2.380	592.00	14.27	14.27	85.73	80 100
No10	2.000					
No16	1.190	1224.00	29.50	43.77	56.23	50 85
No20	0.840					
No30	0.590	1221.00	29.43	73.20	26.80	25 60
No40	0.420					
No50	0.300	609.00	14.68	87.88	12.12	10 30
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	270.32	6.52	94.40	5.60	2 10
No200	0.074	133.12	3.21	97.61	2.39	
BASE		99.21	2.39	100.00	0.00	
TOTAL		4148.85	100.00			
% PERDIDA						

A.F. =	ARENA DEL RIO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
P.L.	4049.44
P.S.	4148.85
% de absorcion	6.596
Cont. de Humedad Natural: %	6.05
Peso unitario suelto	: 1456.28 gr/m3
peso unit. Compactado:	1533.48 gr/m3
CARACT. GRANULOMETRICAS:	
D10= 0.251	Cu= 5.35
D30= 0.653	Cc= 1.27
D60= 1.342	
MODULO DE FINEZA : 3.14	
T. M. 3/8"	T. M. N. (N° 4)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
**ALEX DAVID MUNIZ VARGAS**  
TECNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
**WALTER MACHACA ZAMATA**  
INGENIERO CIVIL CIP- N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCION: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431





**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
AGREGADO GRUESO PARA DISEÑO DE MEZCLAS**

**PROYECTO** : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI  
**UBICACION** : DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO      **FECHA** : 16 DE AGOSTO DEL 2018  
**LUGAR** : RIO CUTIMBO      **TECNICO** :  
**MUESTRA** : HORMIGON DEL RIO CUTIMBO      JEFE LAB. ING. RESP.  
**DISEÑO f<sub>c</sub>** : 175, 210 Y 280 Kgr/cm<sup>2</sup>.

**% DE HUMEDAD SATURADO DEL AGREGADO GRUESO**

Nº de tara	T-140	T-100	T-138	
Peso de Tara gr	42.91	43.46	41.09	
Suelo humedo + tara gr	169.4	179.4	148.5	
Suelos seco + tara gr	163.29	173.87	141.98	
Peso de agua gr	6.08	5.51	6.47	
Peso seco de Suelo gr	120.38	130.41	100.89	
% de Humedad	5.05	4.23	6.41	5.23

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C 128)**

Peso mat. Sat. Sup.seca (aire) gr.	500.00			
Peso de la prob. + grava s.s. + agua. gr.	916.00			
Volumen de masa + agua gr.	640.80			
Peso de mat. Seco en Estufa (Horno) gr	481.00			
Volumen de masa	500.00			
Peso especifico de masa P.E.M. gr/cc	1.924			
P.E. de masa saturada sup. seca Gr/cc	2.000			
Peso especifico aparente P.E.A. gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.165</b>			2.165
% de Absorsion	3.950			3.950
% de Porosidad	3.800			

**PROPIEDADES MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO PESO UNITARIO VARILLADO (P.U.C.)**

	1	2	3	
ENSAYOS Nº 01, gr.	9884.0	9885.0	9830.0	
ENSAYOS Nº 02				
PESO DEL MOLDE gr	6,509.0	6,509.0	6,509.0	
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	2,124.4	2,124.4	2,124.4	
PESO DE LA MUESTRA gr	3,375.0	3,376.0	3,321.0	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/M <sup>3</sup> )	1,580.39			

**PROPIEDADES MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO PESO UNITARIO NO VARILLADO (P.U.S.)**

	1	2	3	
ENSAYOS Nº 01, gr.	9587.000	9585.000	9573.000	
ENSAYOS Nº 02				
PESO DEL MOLDE gr	6,509.0	6,509.0	6,509.0	
VOLUMEN DEL MOLDE cc	2,124.4	2,124.4	2,124.4	
PESO DE LA MUESTRA gr	3,078.0	3,076.0	3,084.0	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/M <sup>3</sup> )	1,446.4			

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176

**ALEX DAVID MÚÑIZ VARGAS**  
TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176

**WALTER MACHACA ZAMATA**  
INGENIERO CIVIL - I.P. Nº 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI Nº 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431





# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION AGREGADO FINO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

<b>PROYECTO</b>	: "ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI		
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO	<b>FECHA</b>	: 16 DE AGOSTO DEL 2018
<b>LUGAR</b>	: RIO CUTIMBO	<b>TECNICO</b>	: JEFE LAB. ING. RESP.
<b>MUESTRA</b>	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO		
<b>DISEÑO f<sub>c</sub></b>	: 175, 210 Kgr/cm <sup>2</sup> .		

### % DE HUMEDAD SATURADO DEL AGREGADO FINO

Nº de tara	T-107	T-74	T-110	
Peso de Tara gr	39.58	40.45	40.98	
Suelo humedo + tara gr	117.0	115.6	114.4	
Suelos seco + tara gr	108.94	108.13	107.97	
Peso de agua gr	<b>11.61</b>	<b>11.04</b>	<b>9.54</b>	
Peso seco de Suelo gr	69.36	67.68	66.99	
% de Humedad	16.74	16.31	14.24	15.76

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO (ASTM C 128)

Peso mat. Sat. Sup.seca (aire) gr.	501.0			
Peso de mat. S. + balon + agua gr	984.00			
Peso de balon + arena superficialmente s. gr.	683.27			
Peso del balon gr	182.27			
peso del agua gr.	300.73			
Peso de mat. Seco en Estufa (Horno) gr	470.00			
Volumen de masa	500.00			
Peso especifico de masa P.E.M. gr/cc	2.359			
P.E. de masa saturada sup. seca Gr/cc	2.514			
Peso especifico aparente P.E.A. gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.383</b>			2.383
% de Absorsion	6.596			6.596
% de Porosidad	6.200			

### PROPIEDADES MECANICAS DEL AGREGADO FINO PESO UNITARIO VARILLADO (P.U.C.)

	1	2	3
ENSAYOS Nº 01, gr.	9752.0	9774.0	9774.0
ENSAYOS Nº 02			
PESO DEL MOLDE gr	6509.0	6509.0	6509.0
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	2124.4	2124.4	2124.4
PESO DE LA MUESTRA gr	3243.0	3265.0	3265.0
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/M <sup>3</sup> )	1,533.48		

### PROPIEDADES MECANICAS DEL AGREGADO FINO PESO UNITARIO NO VARILLADO (P.U.S.)

	1	2	3
ENSAYOS Nº 01, gr.	9609.0	9616.0	9583.0
ENSAYOS Nº 02			
PESO DEL MOLDE gr	6509.0	6509.0	6509.0
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	2124.4	2124.4	2124.4
PESO DE LA MUESTRA gr	3100.0	3107.0	3074.0
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/M <sup>3</sup> )	1,456.28		



ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS  
INGENIERO EN GEOTECNIA



WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL C.E. Nº 126148  
INGENIERIA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
 998 998 948  
 Teléfono: 051-355431



20448773176

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

**ABRASION LOS ANGELES**  
AGREGADO GRUESO PARA DISEÑO DE MEZCLAS (ASTM C131)

**PROYECTO** : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI  
**UBICACION** : DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO  
**LUGAR** : RIO CUTIMBO  
**MUESTRA** : HORMIGON DEL RIO CUTIMBO  
**DISEÑO**  $f_c =$  : 175, 210 Y 280 Kg/cm<sup>2</sup>.  
FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2011  
TECNICO :  
JEFE LAB. ING. RESP. :

MUESTRA N°	01	02	
GRADACION	"A"	"A"	
CARGAS O ESFERA	PESO Gr. : 5.3609	N° 12 Und	

TAMICES ASTM			
2" - 1"			
1" - 3/4"	1250	1251	
3/4" - 1/2"	1258	1253	
1/2" - 3/8"	1253	1250	
3/8" - 1/4"	1253	1257	
1/4" - N° 4	-	-	
N° 4 - N° 8	-	-	
PESO MUESTRA	<b>5014</b>	<b>5011</b>	

RETENIDO MALLA N°12	3,848	3,838	
QUE PASA LA MALLA N° 12	1,166	1,173	
% PERDIDA O DESGASTE	23.3	23.4	
PERDIDA PROMEDIO	23.33%		

**OBSERVACIONES:**

RESISTENCIA AL DESGASTE	PORCENTAJE DE PERDIDA
<b>76.67%</b>	<b>23.33%</b>


EL AGREGADO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA SU DEBIDA UTILIZACION SEGUN NORMAS EL PORCENTAJE DE PERDIDA DEBE SER DE NO MAYOR A 60 %

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
**ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS**  
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.  
RUC: 20448773176  
**WALTER MACHACA ZAMA**  
INGENIERO CIVIL N° 1261  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA







**MegaLaboratorio del Sur S.R.L.**  
RUC: 20448773176

# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN OBRAS CIVILES
ANALISIS DE AGUA Y ENSAYOS DE MATERIALES

## DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO Y ACI  
 $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**PROYECTO** : \*ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO\*

**SOLICITANTE** : BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI

**UBICACION** : DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO

**LUGAR** : RIO CUTIMBO

**MUESTRA** : HORMIGON DEL RIO CUTIMBO

**DISEÑO**  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**FECHA** : 16 DE AGOSTO DEL 2018  
**TECNICO** :  
**JEFE LAB. ING. RESP.**

### CALIDAD DE LOS MATERIALES

<b>CEMENTO PORTLAND</b>	<b>TIPO IP</b>		
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>CEMENTO RUMI</b>	2820	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO</b>		1500.30	Kg/m <sup>3</sup>

**AGUA**: POTABLE DE LA RED DE SERVICIO PUBLICA DE PUNO

**DATOS DEL AGREGADO FINO**

<b>MODULO DE FINEZA</b>	3.14	
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>	2,383.4	Kg/m <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>	6.048	%
<b>ABSORCION</b>	6.596	%
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	1,456.3	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	1,533.5	Kg/m <sup>3</sup>

**DATOS DEL AGREGADO GRUESO**

<b>PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO</b>	1,580.4	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>	2,164.6	Kg/m <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>	4.630	%
<b>ABSORCION</b>	3.950	%
<b>PESO UNITARIO</b>	1,446.4	Kg/m <sup>3</sup>

### DATOS DE DISEÑO

**CLIMA** : FRIO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** :  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO** : 3/4"

**CONTENIDO DE AIRE** : tabla ACI - sin aire incorporado 2%

**TIPO DE CONTROL EN OBRA** : (Tabla capeco) Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, supervisión especializada esporádica

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA** : TABLA - ACI Y CAPECO

**RESISTENCIA PROMEDIO** :  $K = 1.50$

**PORC. DE LA REST. ESPECIF. \* (F.S.)** :  $f_{cr} = f'_{cr} * K$   $f_{cr} = 262.5 \text{ Kg/cm}^2$

**SLUMP O ASENTAMIENTO** : TABLA - ACI 3"- 4" mezcla fluida

**AGUA DE MEZCLADO** : (Tabla ACI) 205 Lt./m<sup>3</sup>

**1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C**

$f_{cr} = 263 \text{ Kg/cm}^2$  sin aire incorporado

$f_{cr}$	A/C
para 263	0.60
→ A/C	= 0.60


**2.- CONTENIDO DE CEMENTO**

Cemento =  $\frac{205}{0.60} \text{ Lt./m}^3 = 340.25 \text{ kg.}$   
8.01 bolsas

**3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**


(Tabla ACI) VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO = 0.59 m<sup>3</sup>

AGREGADO GRUESO = 926.851 Kg



**MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.**  
RUC: 20448773176

**ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS**  
TECNICO DE LABORATORIO




**MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.**  
RUC: 20448773176

**WALTER MACHACA ZAMATA**  
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )

 megalaboratorio del sur

**Celular:** 951 966404  
998 998 948  
**Teléfono:** 051-355431





# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO Y ACI

$f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

<b>PROYECTO</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGIÓN DE PUNO"	<b>FECHA</b>	: 16 DE AGOSTO DEL 2018
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI	<b>TECNICO</b>	: JEFE LAB. ING. RESP.
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO		
<b>LUGAR</b>	: RIO CUTIMBO		
<b>MUESTRA</b>	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO		
<b>DISEÑO</b>	$f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$		

<b>4.- CONTENIDO DE VOLUMEN ABSOLUTO Y CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>	
(Tabla ACI)	
Cemento : (Factor cemento) / (peso específico del cemento)	= 0.121 m <sup>3</sup>
Agua : (volumen unitario de agua)/(peso específico del agua)	= 0.205 m <sup>3</sup>
Aire : (Contenido de aire atrapado) * (1m <sup>3</sup> )	= 0.020 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso : (peso del agregado grueso) / (peso específico de masa)	= 0.428 m <sup>3</sup>
<b>Suma de los Volúmenes conocidos :</b>	<b>= 0.774 m<sup>3</sup></b>
Volumen Absoluto de agregado fino: (1 - Suma de Volúmenes conocidos) =	0.226
Peso del Agregado Fino Seco: (vol. Abs. de agregado fino) * (peso específico de masa) =	<b>639.02 Kg</b>

<b>5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS</b>	
AGREGADO GRUESO	= 969.76 Kg
AGREGADO FINO	= 571.62 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA	
Agua en el agregado grueso	= 6.30 Kg
Agua en el agregado fino	= -2.95 Kg
<b>AGUA DE MEZCLA NETA</b>	<b>= 201.65 ltr</b>

<b>6.- LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERA</b>	
Cemento	340.25 / 340.25 = 1 42.5kg
Agregado Grueso	969.76 / 340.25 = 2.850 121.13
Agregado Fino	571.62 / 340.25 = 1.680 71.40
Agua	201.65 / 340.25 = 0.593 25.19

<b>7.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3</b>	
	peso cemento = 42.5kg
CEMENTO	= 340.25 Kg / 42.5 kg 8.01 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	= 201.65 litros / 8.01 25.19 Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	= 969.76 Kg / 8.01 121.13 kg/bolsas
AGREGADO FINO	= 571.62 Kg / 8.01 71.40 kg/bolsas

<b>8.- VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES</b>		<b>% desper</b>
		5%
CEMENTO	= 0.227 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO	= 0.670 m <sup>3</sup>	0.70
AGREGADO FINO	= 0.393 m <sup>3</sup>	0.41
AGUA DE MEZCLADO	= 0.202 m <sup>3</sup>	0.21
	<b>1.491 m<sup>3</sup></b>	

<b>9.- LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:</b>	
Cemento	: 0.2268 / 0.2268 = 1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 0.6705 / 0.2268 = 2.96 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	: 0.3925 / 0.2268 = 1.73 pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	: 0.2017 / 8.0059 = 25.19 Lt

Componentes	Cemento (pie <sup>3</sup> )	Piedra chancada y/o grava gruesa (pie <sup>3</sup> )	Arena (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)
PROPORCION DE MATERIALES	1.00	2.96	1.73	25.19

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS  
TECNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.  
WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431



# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO Y ACI

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

<b>PROYECTO</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI		
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO	<b>FECHA</b>	: 16 DE AGOSTO DEL 2018
<b>LUGAR</b>	: RIO CUTIMBO	<b>TECNICO</b>	: JEFE LAB. ING. RESP.
<b>MUESTRA</b>	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO		
<b>DISEÑO</b>	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		

## CALIDAD DE LOS MATERIALES

<b>CEMENTO PORTLAND</b>	<b>TIPO IP</b>		
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>CEMENTO RUMI</b>	2820	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO</b>		1500.30	Kg/m3
<b>AGUA</b> : POTABLE DE LA RED DE SERVICIO PUBLICA DE PUNO			
<b>DATOS DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>MODULO DE FINEZA</b>		3.14	
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>		2,383	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>		6.048	%
<b>ABSORCION</b>		6.596	%
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>		1,456.3	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		1,533.5	Kg/m3
<b>DATOS DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO</b>		1,580.4	Kg/m3
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>		2,164.6	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>		4.630	%
<b>ABSORCION</b>		3.950	%
<b>PESO UNITARIO</b>		1,446.4	Kg/m3

## DATOS DE DISEÑO

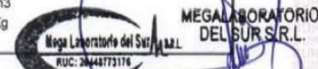
<b>CLIMA</b>		<b>FRIO</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>		$f_c = 210$	Kg/cm2
<b>TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO</b>		3/4"	
<b>CONTENIDO DE AIRE</b>	tabla ACI - sin aire incorporado	2%	
<b>TIPO DE CONTROL EN OBRA</b>	(Tabla) capeco	Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	
<b>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA</b>		TABLA - ACI Y CAPECO	
<b>RESISTENCIA PROMEDIO</b>		$K = 1.50$	
<b>PORC. DE LA REST. ESPECIF. * (F.S.)</b>	$f_{cr} = f'_{cr} * K$	$f_{cr} = 315$	Kg/cm2
<b>SLUMP O ASENTAMIENTO</b>	TABLA - ACI	3"- 4"	mezcla plastica
<b>AGUA DE MEZCLADO</b>	(Tabla) ACI	205	Lt/m3

<b>1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C</b>			
$f_{cr} = 315 \text{ Kg/cm}^2$	sin aire incorporado		
$f_{cr} =$	A/C		
para	.....		
315	= 0.53		
A/C	= 0.53		
<b>2.- CONTENIDO DE CEMENTO</b>			
Cemento = $\frac{205}{0.53} \text{ Lt/m}^3$	=	387.52 kg	
		9.12	bolsas
<b>3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>			
(Tabla) ACI		0.59 m3	
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO	=	926.11 Kg	



MEGALABORATORIO  
DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS  
Tecnico de Laboratorio



MEGALABORATORIO  
DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia:  
Jr. Ancash 456

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431





# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANALISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO Y ACI  
 $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

<b>PROYECTO</b>	"ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"		
<b>SOLICITANTE</b>	BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI		
<b>UBICACION</b>	DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO	<b>FECHA</b>	16 DE AGOSTO DEL 2018
<b>LUGAR</b>	RIO CUTIMBO	<b>TECNICO</b>	
<b>MUESTRA</b>	HORMIGON DEL RIO CUTIMBO	<b>JEFE LAB. ING. RESP.</b>	
<b>DISEÑO</b>	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		

### 4.- CONTENIDO DE VOLUMEN ABSOLUTO Y CONTENIDO DE AGREGADO FINO

(Tabla ACI)

Cemento : (Factor cemento) / (peso específico del cemento)	=	0.137 m3
Agua : (volumen unitario de agua)/(peso específico del agua)	=	0.205 m3
Aire : (Contenido de aire atrapado) * (1m3)	=	0.020 m3
Agregado Grueso : (peso del agregado grueso) / (peso específico de masa)	=	0.428 m3
<b>Suma de los Volúmenes conocidos :</b>	=	<b>0.790 m3</b>
Volumen Absoluto de agregado fino: (1 - Suma de Volúmenes conocidos) =		0.210
Peso del Agregado Fino Seco: (vol. Abs. de agregado fino) * (peso específico de masa) =		<b>499.88 Kg</b>

### 5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	968.99 Kg
AGREGADO FINO	=	530.11 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA		
Agua en el agregado grueso	=	6.30 Kg
Agua en el agregado fino	=	-2.74 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	201.44 ltr

### 6.- LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERA

Cemento	387.52	/	387.52	=	1	42.5 kg
Agregado Grueso	968.99	/	387.52	=	2.500	106.27
Agregado Fino	530.11	/	387.52	=	1.368	58.14
Agua	201.44	/	387.52	=	0.520	22.09

### 7.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

			peso cemento =	42.5kg	
CEMENTO	=	387.52 Kg	/	42.5 kg	9.12 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	201.44 litros	/	9.12	22.09 Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	=	968.99 Kg	/	9.12	106.27 kg/bolsas
AGREGADO FINO	=	530.11 Kg	/	9.12	58.14 kg/bolsas

### 8.- VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES

			<b>% desper</b>
			5%
CEMENTO	=	0.258 m3	
AGREGADO GRUESO	=	0.670 m3	0.70
AGREGADO FINO	=	0.364 m3	0.38
AGUA DE MEZCLADO	=	0.201 m3	0.21
		1.494 m3	

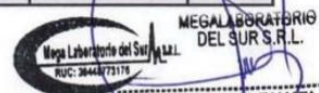
### 9.- LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2583	/	0.2583	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.6699	/	0.2583	=	2.59	pie3
Agregado Fino	:	0.3640	/	0.2583	=	1.41	pie3
Agua efectiva	:	0.2014	/	9.1182	=	22.09	LI

Componentes	Cemento (pie3)	Piedra chancada y/o grava gruesa (pie3)	Arena (pie3)	Agua (LI)
PROPORCION DE MATERIALES	1.00	2.59	.41	22.09



ALEX DAVID MUNIZ VARGAS  
TECNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL CUI. N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( )  
Jr. Ancash 456



Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431



**DISEÑO DE MEZCLAS**  
METODO - CAPECO Y ACI  
 $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

**PROYECTO** : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGION DE PUNO"  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI  
**UBICACION** : DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO  
**LUGAR** : RIO CUTIMBO  
**MUESTRA** : HORMIGON DEL RIO CUTIMBO  
**DISEÑO**  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
**FECHA** : 16 DE AGOSTO DEL 2018  
**TECNICO** :  
**JEFE LAB. ING. RESP.** :

**CALIDAD DE LOS MATERIALES**

<b>CEMENTO PORTLAND</b>	TIPO IP		
<b>PESO ESPECIFICO</b>	CEMENTO RUMI	2820	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO</b>		1500.30	Kg/m3
<b>AGUA</b> : POTABLE DE LA RED DE SERVICIO PUBLICA DE PUNO			
<b>DATOS DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>		3.14	
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>		2.383	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>		6.048	%
<b>ABSORCION</b>		6.596	%
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>		1,456.3	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		1,533.5	Kg/m3
<b>DATOS DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO</b>		1,580.4	Kg/m3
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>		2,164.6	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>		4.630	%
<b>ABSORCION</b>		3.950	%
<b>PESO UNITARIO</b>		1,446.4	Kg/m3

**DATOS DE DISEÑO**

**CLIMA** : FRIO  
**RESISTENCIA A LA COMPRESION** :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO** : 3/4"  
**CONTENIDO DE AIRE** : tabla ACI. Sin aire incorporado 2%  
**TIPO DE CONTROL EN OBRA** : (Tabla) capeco Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, supervisión especializada esporádica  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA** : TABLA - ACI Y CAPECO  
**RESISTENCIA PROMEDIO** :  
**PORC. DE LA REST. ESPECIF. \* (F.S.)** :  $K = 1.50$   
**SLUMP O ASENTAMIENTO** : TABLA - ACI  $f'cr = f'cr * K = 420 \text{ Kg/cm}^2$   
**AGUA DE MEZCLADO** : (Tabla) ACI 3"- 4" mezcla plastica 205 Lt/m3

**1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C**  
 $f'cr = 420 \text{ Kg/cm}^2$  sin aire incorporado  
tabla ACI para A/C = 0.41

**2.- CONTENIDO DE CEMENTO**  
Cemento =  $\frac{205}{0.41} \text{ Lt/m}^3 = 500.00 \text{ kg} = 11.76 \text{ bolsas}$

**3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**  
(Tabla) ACI  
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO = 0.59 m3  
AGREGADO GRUESO = 926.851 Kg

MegaLaboratorio del Sur S.R.L. RUC: 20448773176  
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS TECNICO DE LABORATORIO  
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L. RUC: 20448773176  
WALTER MACHACA ZAMATA INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





# MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

GEOTECNIA EN  
OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE AGUA Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

## DISEÑO DE MEZCLAS METODO - CAPECO Y ACI $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

<b>PROYECTO</b>	: *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA REGIÓN DE PUNO*		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI		
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE PUNO, PROV. PUNO, REG. DE PUNO	<b>FECHA</b>	: 16 DE AGOSTO DEL 2018
<b>LUGAR</b>	: RIO CUTIMBO	<b>TECNICO</b>	: JEFE LAB. ING. RESP.
<b>MUESTRA</b>	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO		
<b>DISEÑO</b>	: $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		

### 4.- CONTENIDO DE VOLUMEN ABSOLUTO Y CONTENIDO DE AGREGADO FINO

(Tabla ACI)	
Cemento : (Factor cemento) / (peso específico del cemento)	= 0.177 m <sup>3</sup>
Agua : (volumen unitario de agua)/(peso específico del agua)	= 0.205 m <sup>3</sup>
Aire : (Contenido de aire atrapado) * (1m <sup>3</sup> )	= 0.020 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso : (peso del agregado grueso) / (peso específico de masa)	= 0.428 m <sup>3</sup>
<b>Suma de los Volúmenes conocidos :</b>	<b>= 0.830 m<sup>3</sup></b>
Volumen Absoluto de agregado fino: (1 - Suma de Volúmenes conocidos) =	0.170
Peso del Agregado Fino Seco: (vol. Abs. de agregado fino) * (peso específico de masa) =	<b>404.00 Kg</b>

### 5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	969.76 Kg
AGREGADO FINO	=	428.43 Kg
<b>AGUA DE MEZCLA NETA</b>		
Agua en el agregado grueso	=	6.30 Kg
Agua en el agregado fino	=	-2.21 Kg
<b>AGUA DE MEZCLA NETA</b>	=	<b>200.91 litr</b>

### 6.- LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERA

Cemento	500.00	/	500.00	=	1	42.5 kg
Agregado Grueso	969.76	/	500.00	=	1.940	82.43
Agregado Fino	428.43	/	500.00	=	0.857	17.08
Agua	200.91	/	500.00	=	0.402	17.08

### 7.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

			peso cemento =	42.5kg	
CEMENTO	=	500.00 Kg	/	42.5 kg	11.76 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	200.91 litros	/	11.76	17.08 Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	=	969.76 Kg	/	11.76	82.43 kg/bolsas
AGREGADO FINO	=	428.43 Kg	/	11.76	36.42 kg/bolsas

### 8.- VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES

			<b>% desper</b>
			5%
CEMENTO	=	0.333 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO	=	0.670 m <sup>3</sup>	0.70
AGREGADO FINO	=	0.294 m <sup>3</sup>	0.31
AGUA DE MEZCLADO	=	0.201 m <sup>3</sup>	0.21
		1.499 m <sup>3</sup>	

### 9.- LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.3333	/	0.3333	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.6705	/	0.3333	=	2.01	pie3
Agregado Fino	:	0.2942	/	0.3333	=	0.88	pie3
Agua efectiva	:	0.2009	/	11.7647	=	17.08	Lt

Componentes	Cemento (pie3)	Piedra chancada y/o grava gruesa (pie3)	Arena (pie3)	Agua (Lt)
PROPORCION DE MATERIALES	1.00	2.01	0.88	17.08



ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS  
TECNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO  
E-MAIL: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: ( Jr. Ancash 456 )



Celular: 951 960404  
998 998 948  
Teléfono: 051-355431



## ANEXO B: ANÁLISIS DE COSTOS

ANÁLISIS DE COSTOS						
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
<b>COSTOS (Inc. IGV)</b>			<b>RENDIMIENTO (fabricante)</b>			
Kurez Seal	:	12.97	Soles/galon	Kurez Seal	:	18.93 m <sup>2</sup> /gal
Membranil B	:	53.96	Soles/galon	Membranil B	:	20.00 m <sup>2</sup> /gal
Sika Cem	:	18.55	Soles/galon	Sika Cem	:	18.93 m <sup>2</sup> /gal
Z Resinoide	:	31.86	Soles/galon	Z Resinoide	:	20.00 m <sup>2</sup> /gal
Agua	:	3.50	Soles/m <sup>3</sup>	Expuesto al ambiente	:	0.00 m <sup>2</sup> /gal
<b>RENDIMIENTO MANO DE OBRA</b>						
Curado con agua	:	500	m <sup>2</sup> /dia			
Curado con Kurez Seal	:	700	m <sup>2</sup> /dia			
Curado con Membranil B	:	700	m <sup>2</sup> /dia			
Curado con Sika Cem	:	700	m <sup>2</sup> /dia			
Curado con Z Resinoide	:	700	m <sup>2</sup> /dia			

ANÁLISIS PARA CURADO POR VIA HUMEDA, MEDIANTE APLICACION PERMANENTE DE AGUA									
<b>COSTO</b>			<b>MATERIAL POR M2</b>						
Agua	3.50	Soles/m <sup>3</sup>	<b>Descripcion</b>	<b>Unid.</b>	<b>Long.</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>	<b>Area</b>	<b>Volumen</b>
Yute	0.80	Soles/m <sup>2</sup>	Agua	m <sup>3</sup>	1.000	1.000	0.003	-	0.003
Peon	15.33	Soles/hora	Yute	m <sup>2</sup>	1.000	1.000	-	1.000	-
Oficial	17.03	Soles/hora							

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>PARTIDA</b>	:	<b>CURADO DE CONCRETO</b>				
<b>ESPECIFICACION</b>	:	<b>Con Agua Amediante aplicacion permanente</b>				
<b>RENDIMIENTO</b>	:	<b>500 m<sup>2</sup>/dia</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>SUB TOTAL</b>
	MATERIALES					
	Agua	M3	0.0030	3.5000	0.0105	
	Yute	M2	1.0000	0.8000	0.8000	0.81
	MANO DE OBRA					
0.1	Oficial	HH	0.0016	17.0300	0.0272	
1.0	Peon	HH	0.0160	15.3300	0.2453	0.27
	EQUIPO					
3.0	Herramienta manual (%M.O.)	%	0.0300	0.2725	0.0082	0.01
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por m<sup>2</sup></b>	<b>1.091</b>	

ANÁLISIS PARA CURADO CON KUREZ SEAL (Una sola capa de aplicacion)						
<b>COSTO</b>			<b>MATERIAL POR M2</b>			
Kurez Seal	12.97	Soles/galon	Curador Kurez Seal	$\frac{\text{Area}}{\text{Rendimiento}}$	=	$\frac{1.000}{18.925}$ = 0.05 galón/m <sup>2</sup>
Peon	15.33	Soles/hora				
Oficial	17.03	Soles/hora				
Rociador	6.50	Soles/hora				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>PARTIDA</b>	:	<b>CURADO DE CONCRETO</b>				
<b>ESPECIFICACION</b>	:	<b>Con curador Kurez Seal (una sola capa de aplicacion)</b>				
<b>RENDIMIENTO</b>	:	<b>700 m<sup>2</sup>/dia</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>SUB TOTAL</b>
	MATERIALES					
	Curador Kurez Seal	GAL.	0.0528	12.9700	0.6853	0.69
	MANO DE OBRA					
0.1	Oficial	HH	0.0011	17.0300	0.0195	
1.0	Peon	HH	0.0114	15.3300	0.1752	0.19
	EQUIPO					
1.0	Rociador	HM	0.0114	6.5000	0.0743	
3.0	Herramienta manual (%M.O.)	%	0.0300	0.1947	0.0058	0.08
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por m<sup>2</sup></b>	<b>0.960</b>	

ANÁLISIS PARA CURADO CON MEMBRANIL B (Una sola capa de aplicacion)						
<b>COSTO</b>			<b>MATERIAL POR M2</b>			
Membranil B	53.96	Soles/galon	Curador Membranil B	$\frac{\text{Area}}{\text{Rendimiento}}$	=	$\frac{1.000}{20.000}$ = 0.05 galón/m <sup>2</sup>
Peon	15.33	Soles/hora				
Oficial	17.03	Soles/hora				
Rociador	6.50	Soles/hora				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>PARTIDA</b>	:	<b>CURADO DE CONCRETO</b>				
<b>ESPECIFICACION</b>	:	<b>Con curador Membranil B (una sola capa de aplicacion)</b>				
<b>RENDIMIENTO</b>	:	<b>700 m<sup>2</sup>/dia</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>SUB TOTAL</b>
	MATERIALES					
	Curador Membranil B	GAL.	0.0500	53.9600	2.6980	2.70
	MANO DE OBRA					





0.1	Oficial	HH	0.0011	17.0300	0.0195		
1.0	Peon	HH	0.0114	15.3300	0.1752	0.19	
	EQUIPO						
1.0	Rociador	HM	0.0114	6.5000	0.0743		
3.0	Herramienta manual (%M.O.)	%	0.0300	0.1947	0.0058	0.08	
<b>TOTAL</b>						<b>Costo unitario directo por m2</b>	<b>2.973</b>

ANALISIS PARA CURADO CON SIKA CEM (Una sola capa de aplicacion)			
COSTO		MATERIAL POR M2	
Sika Cem	18.55 Soles/galon	Curador Sika Cem	Area = 1.000
Peon	15.33 Soles/hora		Rendimiento = 18.925
Oficial	17.03 Soles/hora		= 0.05 galón/m2
Rociador	6.50 Soles/hora		-

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA : CURADO DE CONCRETO							
ESPECIFICACION : Con curador Sika Cem (una sola capa de aplicacion)							
RENDIMIENTO : 700 m2/dia							
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
MATERIALES							
	Curador Sika Cem	GAL.	0.0528	18.5500	0.9802	0.98	
MANO DE OBRA							
0.1	Oficial	HH	0.0011	17.0300	0.0195		
1.0	Peon	HH	0.0114	15.3300	0.1752	0.19	
	EQUIPO						
1.0	Rociador	HM	0.0114	6.5000	0.0743		
3.0	Herramienta manual (%M.O.)	%	0.0300	0.1947	0.0058	0.08	
<b>TOTAL</b>						<b>Costo unitario directo por m2</b>	<b>1.255</b>

ANALISIS PARA CURADO CON Z RESINOIDE (Una sola capa de aplicacion)			
COSTO		MATERIAL POR M2	
Z Resinoide	31.86 Soles/galon	Curador Sika Cem	Area = 1.000
Peon	15.33 Soles/hora		Rendimiento = 20.000
Oficial	17.03 Soles/hora		= 0.05 galón/m2
Rociador	6.50 Soles/hora		-

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA : CURADO DE CONCRETO							
ESPECIFICACION : Con curador Z Resinoide (una sola capa de aplicacion)							
RENDIMIENTO : 700 m2/dia							
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
MATERIALES							
	Curador Sika Cem	GAL.	0.0500	31.8600	1.5930	1.59	
MANO DE OBRA							
0.1	Oficial	HH	0.0011	17.0300	0.0195		
1.0	Peon	HH	0.0114	15.3300	0.1752	0.19	
	EQUIPO						
1.0	Rociador	HM	0.0114	6.5000	0.0743		
3.0	Herramienta manual (%M.O.)	%	0.0300	0.1947	0.0058	0.08	
<b>TOTAL</b>						<b>Costo unitario directo por m2</b>	<b>1.868</b>

ANALISIS DE COSTO		
CURADO PARA NUMERO DE VECES		
CURADO POR UNA APLICACION		
PROCEDIMIENTO DE CURADO	SOLES (Soles/m2)	DOLARES (Dolar/m2)
CURADO MEDIANTE APLICACION PERMANENTE DE AGUA	1.091	0.325
CURADO CON CURADOR KUREZ SEAL	0.960	0.286
CURADO CON CURADOR MEMBRANIL B	2.973	0.885
CURADO CON CURADOR SIKA CEM	1.255	0.374
CURADO CON CURADOR Z RESINOIDE	1.868	0.556
EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (SIN CURAR)	0	0.000
CURADO POR APLICACIONES PERMANENTES (7 APLICACIONES)		
PROCEDIMIENTO DE CURADO	SOLES (Soles/m2)	DOLARES (Dolar/m2)
CURADO MEDIANTE APLICACION PERMANENTE DE AGUA	7.638	2.273
CURADO CON CURADOR KUREZ SEAL	0.960	0.286
CURADO CON CURADOR MEMBRANIL B	2.973	0.885
CURADO CON CURADOR SIKA CEM	1.255	0.374
CURADO CON CURADOR Z RESINOIDE	1.868	0.556
EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (SIN CURAR)	0.000	0.000
TIPO DE CAMBIO A DICIEMBRE DE 2018 1 DÓLAR= 3.36 Soles		



**CUADRO DE VARIACION PORCENTUAL  
RESPECTO AL CURADO CON AGUA (HUMEDO)**

**CURADO POR UNA APLICACION**

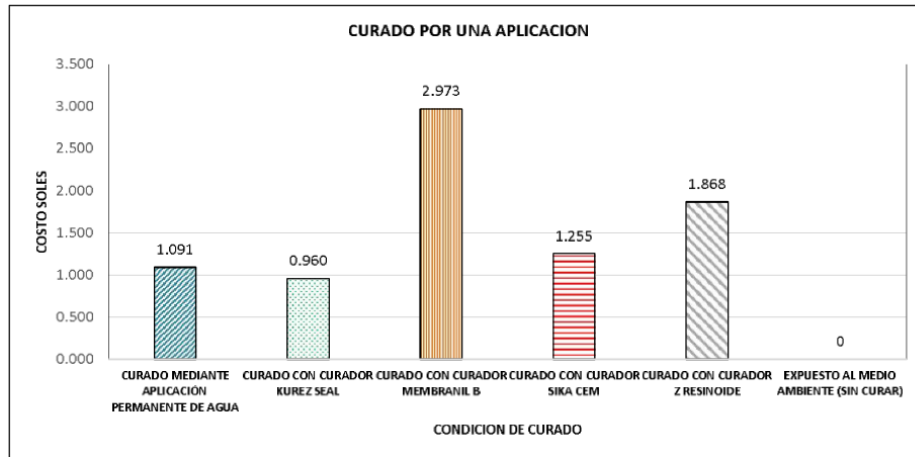
PROCEDIMIENTO DE CURADO	SOLES (Soles/m <sup>2</sup> )	VARIACION PORCENTUAL RESPECTO AL CURADO POR APLICACIÓN DE AGUA
CURADO MEDIANTE APLICACIÓN PERMANENTE DE AGUA	1.091	100.00%
CURADO CON CURADOR KUREZ SEAL	0.960	87.99%
CURADO CON CURADOR MEMBRANIL B	2.973	272.43%
CURADO CON CURADOR SIKA CEM	1.255	115.01%
CURADO CON CURADOR Z RESINOIDE	1.868	171.17%
EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (SIN CURAR)	0.000	0.00%

**CURADO POR APLICACIONES PERMANENTES (7 APLICACIONES)**

PROCEDIMIENTO DE CURADO	SOLES (Soles/m <sup>2</sup> )	VARIACION PORCENTUAL RESPECTO AL CURADO POR APLICACIÓN DE AGUA
CURADO MEDIANTE APLICACIÓN PERMANENTE DE AGUA	7.638	100.00%
CURADO CON CURADOR KUREZ SEAL	0.960	12.57%
CURADO CON CURADOR MEMBRANIL B	2.973	38.92%
CURADO CON CURADOR SIKA CEM	1.255	16.43%
CURADO CON CURADOR Z RESINOIDE	1.868	24.45%
EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (SIN CURAR)	0.000	0.00%

**GRAFICO  
ANALISIS DE COSTO**

**CURADO POR UNA APLICACION**



**CURADO POR APLICACIONES PERMANENTES (7 APLICACIONES)**

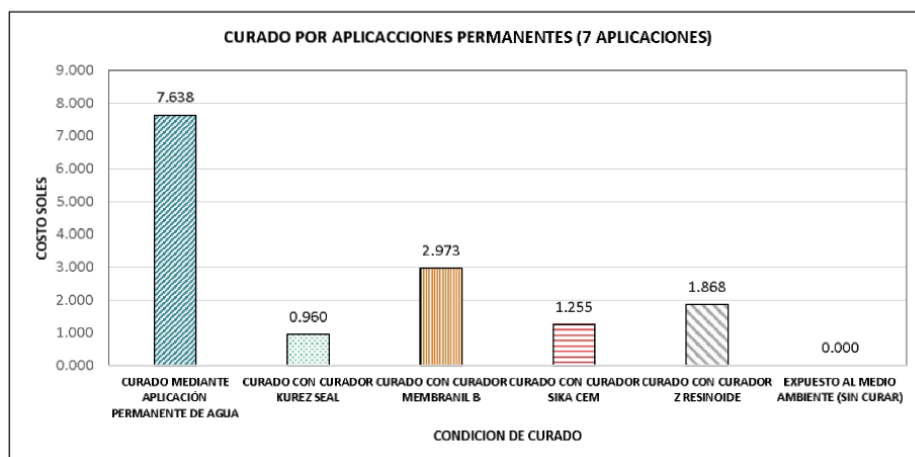
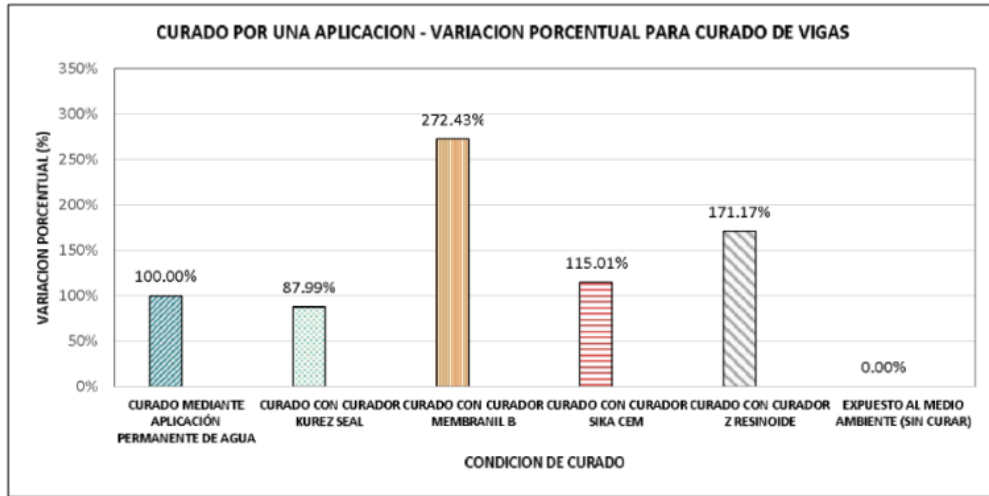


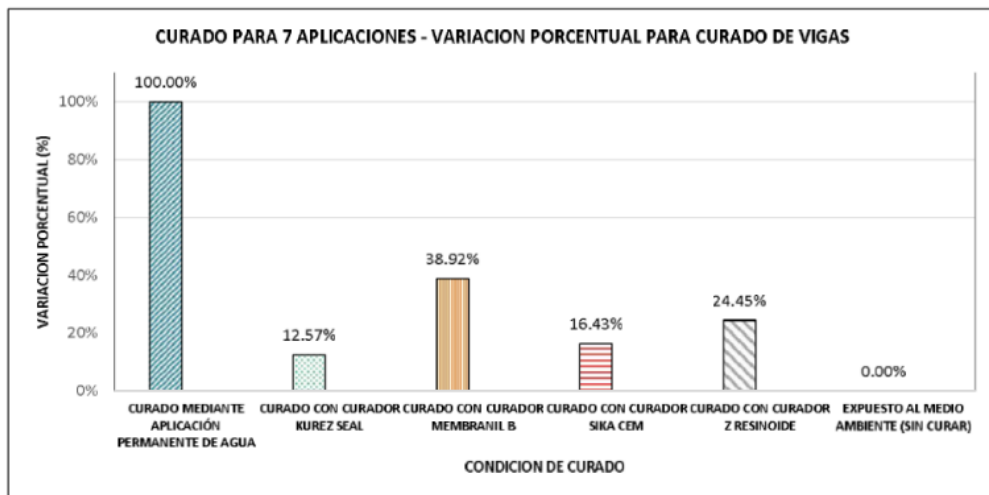


GRAFICO  
VARIACION PORCENTUAL RESPECTO AL CURADO CON AGUA

CURADO POR UNA APLICACION



CURADO POR APLICACIONES PERMANENTES (7 APLICACIONES)



## ANEXO C: DATOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.													
SOLICITANTE : BACH. ING. ROMILLO CALLOMAMANI CALLOMAMANI													
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUÑO, PROVINCIA DE PUÑO, REG. PUÑO													
DESCRIP. MUESTRAS : TESTIGOS DE CONCRETO PARA PROYECTO DE INVESTIGACION													
					OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO								
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIAMETRO Cm	PESO gr.	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA Kgrf	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	RESIST. %	DISEÑO ESPECIF.	RESIST. %	SLUMP
01	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.25	11481.00	192.39	15.540	182.55	85.08	175	47.50%	3'-4"
02	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	11374.00	144.49	14.734	181.46	81.20	175	47.50%	3'-4"
03	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.30	11842.00	173.33	17.675	183.85	96.14	175	54.30%	3'-4"
04	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.25	11745.00	168.45	17.177	182.55	94.04	175	44.20%	3'-4"
05	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.25	11474.00	143.16	14.588	182.55	79.53	175	57.70%	3'-4"
06	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.10	11314.00	131.56	13.415	179.08	74.91	175	57.70%	3'-4"
07	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.35	11841.00	179.52	18.306	185.06	98.92	175	65.10%	3'-4"
08	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.20	11654.00	183.37	18.689	181.46	103.05	175	65.10%	3'-4"
09	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	12383.00	205.20	20.925	179.08	118.85	175	82.20%	3'-4"
10	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.25	11457.00	198.56	20.248	182.55	110.85	175	82.20%	3'-4"
11	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.30	11546.00	95.76	9.765	183.85	63.11	175	30.70%	3'-4"
12	20/08/2018	23/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	11542.00	96.80	9.850	181.46	54.28	175	73.60%	3'-4"
13	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.00	11198.00	223.75	22.816	176.71	129.12	175	82.20%	3'-4"
14	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	11865.00	228.74	23.325	181.46	128.54	175	70.70%	3'-4"
15	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.10	12154.00	260.55	26.549	179.08	142.67	175	94.30%	3'-4"
16	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.10	12415.00	254.82	25.985	179.08	145.10	175	105.70%	3'-4"
17	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.20	11605.00	221.86	22.624	181.46	124.67	175	45.50%	3'-4"
18	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.35	11714.00	223.05	22.745	185.06	122.91	175	94.30%	3'-4"
19	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11178.00	286.72	29.237	176.71	165.45	175	105.70%	3'-4"
20	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	14.90	12415.00	281.56	28.711	174.37	164.96	175	45.50%	3'-4"
21	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.30	12682.00	332.49	33.905	183.85	184.41	175	105.70%	3'-4"
22	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	11904.00	325.75	33.217	179.08	185.49	175	75.50%	3'-4"
23	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.00	11913.00	131.10	13.369	176.71	75.65	175	45.50%	3'-4"
24	20/08/2018	27/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	14.85	12457.00	141.79	14.459	173.20	83.48	175	45.50%	3'-4"

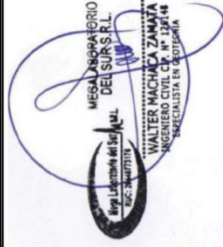
OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (torquitas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.



**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA										OPERADOR - PERSONAL DE LABORATORIO									
*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.																			
SOLICITANTE										BACH ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI									
UBICACIÓN										DISTRITO DE PUÑO, PROVINCIA DE PUÑO, REG. PUÑO									
DESCRIP. MUESTRAS										TESTIGOS DE CONCRETO PARA PROYECTO DE INVESTIGACION									
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIAMETRO Cm	PESO gr.	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA Kgf	AREA Kgf/cm²	RESIST. Kgf/cm²	PROMEDIO Kgf/cm²	DISEÑO ESPECIF.	RESIST. %	SLUMP					
01	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.10	11746.00	270.31	27,564	179.08	153.92	151.18	175	86.40%	3 - 4"					
02	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.26	11543.00	265.87	27,111	182.65	148.43									
03	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	11265.00	303.42	30,940	181.46	170.51									
04	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.00	11454.00	311.68	31,783	176.71	179.86									
05	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	14.90	11158.00	278.22	28,371	174.37	162.70									
06	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.20	11158.00	275.91	28,135	181.46	155.05									
07	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.30	11743.00	320.58	32,690	183.85	177.81									
08	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.10	11154.00	328.18	33,465	179.08	168.87									
09	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	11573.00	373.77	38,114	176.71	215.69									
10	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	11637.00	375.75	38,316	179.08	213.96									
11	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	14.90	12450.00	188.50	16,163	174.37	92.69									
12	20/08/2018	30/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	11943.00	165.80	16,907	181.46	93.17									
13	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.30	11225.00	281.48	28,703	183.85	155.12									
14	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	11874.00	278.67	28,437	181.46	156.71									
15	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.35	11547.00	326.56	33,300	185.06	179.94									
16	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.10	11748.00	328.12	33,459	179.08	186.84									
17	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	14.80	11707.00	291.40	29,715	172.03	172.73									
18	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.20	10869.00	286.23	29,187	181.46	160.85									
19	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11548.00	335.46	34,208	176.71	193.58									
20	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11354.00	330.28	33,679	176.71	190.59									
21	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	11744.00	365.49	39,309	176.71	222.45									
22	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	14.90	11688.00	362.95	36,060	174.37	223.95									
23	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	14.90	11743.00	188.16	19,187	174.37	110.04									
24	20/08/2018	17/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	12847.00	180.77	18,433	181.46	101.58									

OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (triquetas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.



**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA										OPERADOR - PERSONAL DE LABORATORIO									
*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.																			
SOLICITANTE																			
UBICACIÓN																			
DESCRIP. MUESTRAS																			
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIÁMETRO	PESO	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA	ÁREA	RESIST.	PROMEDIO	DISEÑO	RESIST.	SLUMP					
					Cm	gr.	KN	Kgf	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	ESPECIF.	%						
01	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.30	11511.00	187.83	19.153	183.85	104.18	105.75	210	50.40%	3' - 4'					
02	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.10	11408.00	188.47	19.219	179.08	107.32									
03	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.40	12448.00	225.58	23.003	186.27	123.49									
04	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.00	11496.00	218.70	22.301	176.71	126.20									
05	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.00	11474.00	188.41	17.173	176.71	97.18									
06	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.10	11314.00	163.81	16.704	179.08	93.28									
07	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.40	12383.00	214.88	21.912	186.27	117.53									
08	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	14.90	11582.00	209.26	21.389	174.37	122.38									
09	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	12383.00	248.20	25.309	176.71	143.23									
10	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.20	12466.00	267.45	26.263	181.46	144.67									
11	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.00	12383.00	116.76	11.906	176.71	67.38									
12	21/08/2018	24/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	12483.00	122.02	12.504	181.46	68.91									
13	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.30	11067.00	275.05	28.047	183.85	152.56									
14	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.70	12591.00	282.04	28.760	193.59	148.56									
15	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.30	12119.00	312.85	31.902	183.85	173.52									
16	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.00	11101.00	304.12	31.012	176.71	175.50									
17	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.20	11905.00	278.43	28.392	181.46	156.46									
18	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.30	11714.00	281.05	28.669	183.85	156.88									
19	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11266.00	320.12	32.643	176.71	184.73									
20	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.30	11895.00	330.40	33.692	183.85	183.26									
21	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.30	12682.00	365.49	36.309	183.85	213.81									
22	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	11904.00	367.57	40.541	179.08	226.38									
23	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	14.85	11165.00	164.10	15.714	173.20	90.73									
24	21/08/2018	26/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.00	11349.00	174.79	17.824	176.71	100.86									

OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (triquetas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.





**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA										OPERADOR - PERSONAL DE LABORATORIO									
*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.																			
SOLICITANTE										BACH ING. ROMILIO CALLOMAMANI CALLOMAMANI									
UBICACIÓN										DISTRITO DE PUÑO, PROVINCIA DE PUÑO, REG. PUÑO									
DESCRIP. MUESTRAS										TESTIGOS DE CONCRETO PARA PROYECTO DE INVESTIGACION									
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIAMETRO	PESO	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA	AREA	RESIST.	PROMEDIO	DISEÑO	RESIST.	SLUMP					
					Cm	gr.		Kgf	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	ESPECIF.	%	3 - 4"					
01	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.30	11893.00	329.46	33.596	183.85	182.73	183.28	210	87.30%	3 - 4"					
02	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	11268.00	327.11	33.366	181.46	183.82									
03	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	11427.00	365.40	37.261	181.46	205.34	209.68	210	98.80%	3 - 4"					
04	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	11427.00	360.85	38.836	181.46	214.02									
05	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	14.80	11168.00	319.18	32.547	172.03	189.20	181.82	210	86.60%	3 - 4"					
06	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.10	10871.00	306.32	31.236	179.08	174.43									
07	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.40	12191.00	401.22	40.913	186.27	219.64	222.35	210	106.90%	3 - 4"					
08	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11451.00	389.89	39.788	176.71	226.06									
09	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	11456.00	428.30	43.675	179.08	243.88	244.59	210	116.50%	3 - 4"					
10	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	14.85	11368.00	422.28	43.061	175.54	246.30									
11	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	11284.00	185.30	18.895	181.46	104.13	106.71	210	50.30%	3 - 4"					
12	21/08/2018	4/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.10	11845.00	188.40	19.212	179.08	107.28									
13	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.35	11639.00	338.84	34.664	185.06	187.26	193.14	210	92.00%	3 - 4"					
14	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.01	10702.00	345.36	35.217	176.95	199.02									
15	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.30	11664.00	366.84	40.334	183.85	219.39	219.76	210	104.60%	3 - 4"					
16	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	11788.00	391.73	39.945	181.46	220.13									
17	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.20	11707.00	326.40	33.182	181.46	182.86	187.23	210	89.20%	3 - 4"					
18	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.05	10869.00	334.24	34.083	177.89	191.60									
19	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.25	12049.00	416.10	42.431	182.65	232.31	233.83	210	111.30%	3 - 4"					
20	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.10	11263.00	413.30	42.145	179.08	235.34									
21	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	11744.00	438.94	44.760	176.71	253.29	256.35	210	122.10%	3 - 4"					
22	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	14.90	11688.00	443.57	46.232	174.37	259.40									
23	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.30	12060.00	210.61	21.476	183.85	116.81	115.22	210	54.90%	3 - 4"					
24	21/08/2018	18/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.30	11880.00	204.87	20.891	183.85	113.63									

OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (triquetas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.

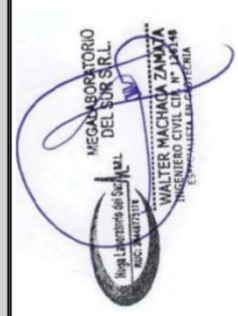
MEGALABO  
Exp. Humberto del Valle  
TECNICAMENTE  
ALEX DAVID HUANTZ VARGAS  
TECNICO DE LABORATORIO

MESA LABORATORIO  
DEL SUR S.T.L.  
Exp. Leonardo del Valle  
ING. CIVIL  
WALTER HUCHA ZAMPA  
INGENIERO EN GEOTECNIA

**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA										OPERADOR - PERSONAL DE LABORATORIO									
*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.																			
SOLICITANTE																			
UBICACIÓN																			
DESCRIP. MUESTRAS																			
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIAMETRO	PESO	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA	AREA	RESIST.	PROMEDIO	DISEÑO ESPECIF.	RESIST. %	SLUMP					
01	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.10	11395.00	163.01	16.622	179.08	92.82	96.29	280	34.40%	3' - 4"					
02	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.00	11392.00	172.86	17.627	176.71	96.75		280							
03	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	12726.00	229.39	23.381	181.46	126.91	134.20	280	47.99%	3' - 4"					
04	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	14.90	11113.00	238.52	24.322	174.37	139.49		280							
05	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.70	12674.00	197.80	20.170	193.59	104.19	104.98	280	37.50%	3' - 4"					
06	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.40	11987.00	193.19	19.700	186.27	105.76		280							
07	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.10	11339.00	263.73	26.673	179.08	144.48	142.34	280	50.80%	3' - 4"					
08	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.20	11774.00	249.49	25.441	181.46	140.20		280							
09	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.15	12383.00	281.25	28.680	180.27	159.09	161.43	280	57.70%	3' - 4"					
10	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	12258.00	287.61	29.328	179.08	163.77		280							
11	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	12383.00	131.18	13.377	181.46	73.72	76.53	280	27.30%	3' - 4"					
12	22/08/2018	25/08/2018	3 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	12383.00	141.18	14.366	181.46	79.34		280							
13	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	11914.00	342.86	34.942	181.46	192.56	193.71	280	69.20%	3' - 4"					
14	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	14.90	11286.00	333.19	33.976	174.37	194.85		280							
15	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.30	11941.00	366.67	36.370	183.85	197.83	201.34	280	71.90%	3' - 4"					
16	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.30	11754.00	369.34	37.662	183.85	204.85		280							
17	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.10	11693.00	320.70	32.702	179.08	182.61	178.71	280	63.80%	3' - 4"					
18	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKA CEM CURADOR	15.00	11744.00	302.92	30.889	176.71	174.80		280							
19	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	14.90	11347.00	368.50	36.557	174.37	209.65	211.87	280	75.70%	3' - 4"					
20	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11357.00	370.99	37.831	176.71	214.08		280							
21	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	11744.00	467.62	47.705	176.71	269.96	267.21	280	95.40%	3' - 4"					
22	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.00	11716.00	468.27	46.731	176.71	264.46		280							
23	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	11523.00	223.77	22.818	181.46	125.75	120.79	280	43.10%	3' - 4"					
24	22/08/2018	29/08/2018	7 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.40	11812.00	211.59	21.576	186.27	115.63		280							

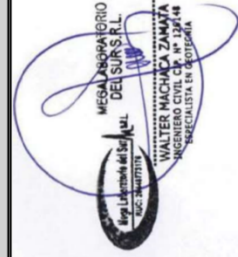
OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (triquetas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.



**CONTROL DE LABORATORIO**  
(PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION)  
MTC E 704 - 2000

OBRA										OPERADOR - PERSONAL DE LABORATORIO									
*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO*.																			
SOLICITANTE																			
UBICACIÓN																			
DESCRIP. MUESTRAS																			
N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIÁMETRO	PESO	LECTURA DEL DIAL EN KN	CARGA	ÁREA	RESIST.	PROMEDIO	DISEÑO ESPECIF.	RESIST. %	SLUMP					
01	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.00	11268.00	412.40	42.053	176.71	237.96	232.82	280	83.10%	3' - 4"					
02	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.20	10789.00	405.11	41.310	181.46	227.65									
03	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.00	11385.00	405.20	41.319	176.71	233.82	236.39	280	84.40%	3' - 4"					
04	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.10	11843.00	419.63	42.791	179.08	238.95									
05	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.25	11346.00	377.50	36.494	182.65	210.76	212.06	280	75.70%	3' - 4"					
06	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.10	11684.00	374.70	36.209	179.08	213.36									
07	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.30	11302.00	454.27	46.323	183.65	251.96	256.69	280	91.70%	3' - 4"					
08	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.25	11254.00	468.24	47.747	182.65	261.41									
09	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.10	11845.00	538.25	54.886	179.08	306.49	304.43	280	108.70%	3' - 4"					
10	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.25	11534.00	541.60	55.228	182.65	302.37									
11	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.10	11457.00	234.63	23.946	179.08	133.72	133.03	280	47.50%	3' - 4"					
12	22/08/2018	5/09/2018	14 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.30	11345.00	236.60	24.331	183.65	132.34									
13	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.00	11083.00	477.51	42.574	176.71	240.53	239.95	280	85.70%	3' - 4"					
14	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, KUREZ SEAL	15.35	11845.00	433.68	44.223	185.06	238.97									
15	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.20	11557.00	445.71	45.460	181.46	250.47	249.74	280	89.20%	3' - 4"					
16	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, MEMBRANIL B	15.00	10554.00	431.52	44.003	176.71	249.01									
17	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.25	11502.00	392.76	40.051	182.65	219.27	220.35	280	78.70%	3' - 4"					
18	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, SIKKA CEM CURADOR	15.20	11394.00	394.01	40.178	181.46	221.42									
19	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	14.90	10889.00	461.08	49.057	174.37	281.34	277.89	280	99.20%	3' - 4"					
20	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADOR Z RESINOIDE	15.00	11072.00	475.58	48.466	176.71	274.44									
21	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.30	12285.00	573.29	58.460	183.65	317.97	321.55	280	114.80%	3' - 4"					
22	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, CURADO HUMEDO ESTANDAR	15.30	12256.00	566.20	59.776	183.65	325.13									
23	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.20	11361.00	295.38	26.042	181.46	143.51	142.26	280	50.80%	3' - 4"					
24	22/08/2018	19/09/2018	28 días	TESTIGOS DE CONCRETO, EXP. CONDICIONES AMBIENTALES	15.00	10808.00	244.35	24.917	176.71	141.00									

OBSERVACIONES: Los testigos de concreto (triquetas) han sido proporcionados por el interesado para la tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA PARA CURADO DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO", y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.



## ANEXO D: CUADROS ESTADÍSTICOS

### Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Para calcular el valor F en excel, se utiliza la función de la distribución F inversa

=**distr.f.inv(0.05; gl num; gl den)**

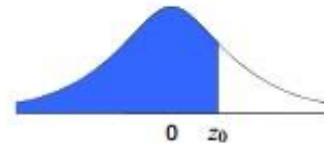
© Ing. Jesús Alberto Mellado Bosque



$\mu$  = Media

$\sigma$  = Desviación típica

$$P(z \leq z_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_0} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$



Tipificación:  $z_0 = \frac{x - \mu}{\sigma}$

$z_0$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	$z_0$
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359	0,0
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753	0,1
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141	0,2
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517	0,3
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879	0,4
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224	0,5
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549	0,6
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852	0,7
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133	0,8
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389	0,9
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621	1,0
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830	1,1
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015	1,2
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177	1,3
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319	1,4
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441	1,5
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545	1,6
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633	1,7
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706	1,8
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767	1,9
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817	2,0
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857	2,1
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890	2,2
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916	2,3
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936	2,4
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952	2,5
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964	2,6
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974	2,7
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981	2,8
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986	2,9
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99896	0,99900	3,0
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99929	3,1
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99938	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950	3,2
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965	3,3
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976	3,4
3,5	0,99977	0,99978	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983	3,5
3,6	0,99984	0,99985	0,99985	0,99986	0,99986	0,99987	0,99987	0,99988	0,99988	0,99989	3,6
3,7	0,99989	0,99990	0,99990	0,99990	0,99991	0,99991	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992	3,7
3,8	0,99993	0,99993	0,99993	0,99994	0,99994	0,99994	0,99994	0,99995	0,99995	0,99995	3,8
3,9	0,99995	0,99995	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99997	0,99997	3,9

$1-\alpha$	90%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
$\alpha$	10%	8%	6%	5%	4%	3%	2%	1%
$z_{\alpha/2}$	1,645	1,751	1,881	1,960	2,054	2,170	2,326	2,576
$z_{\alpha}$	1,282	1,405	1,555	1,645	1,751	1,881	2,054	2,326

Siendo:

$1-\alpha$  = Nivel de confianza

$\alpha$  = Nivel de significación

## ANEXO E: HOJA TÉCNICA Y CERTIFICADOS DE LOS COMPUESTOS LÍQUIDOS



QUÍMICA SULZA INDUSTRIAL DEL PERÚ S.A.

### KUREZ SEAL®

#### COMPUESTO CURADOR PARA CONCRETO CARAVISTA

##### DESCRIPCIÓN

KUREZ SEAL es un compuesto líquido que al formar una película sobre la superficie de concreto fresco retiene el agua y restringe al máximo su evaporación, proporcionando así un excelente curado al concreto. KUREZ SEAL cura, sella y ayuda a eliminar la generación de polvo en la superficie en una sola operación. Después de una simple limpieza para retirar el KUREZ SEAL, el concreto estará listo para la aplicación de recubrimientos, endurecedores o sellantes.

##### APLICACIONES PRINCIPALES

- Pavimentos, losas industriales
- Pisos, muros y columnas
- Concreto caravista
- Elementos prefabricados
- Concreto interior y exterior

##### BENEFICIOS

- Cura y elimina el polvo de las superficies en una sola operación.
- Permite una adecuada instalación de acabados como tarrajes, bases, baldosas, etc.
- Ayuda a desarrollar la resistencia del concreto a través de una hidratación apropiada del cemento.
- Está diseñado para aplicaciones exteriores e interiores.
- Económico y de fácil aplicación.

##### PROPIEDADES

Apariencia : Líquido  
Densidad : 1.21 kg/l

##### NORMAS / ESPECIFICACIONES

- Cumple con los estándares especificados en la Norma ASTM C-309.

##### INSTRUCCIONES DE USO

- KUREZ SEAL ha sido diseñado para utilizarlo sobre concreto fresco solamente.
- Agitar el producto antes de su utilización.

Química Sulza Industrial del Perú S.A.  
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211  
[ventasconstruccion@qsindustrial.biz](mailto:ventasconstruccion@qsindustrial.biz)  
[ingenieria.pe@qsindustrial.biz](mailto:ingenieria.pe@qsindustrial.biz)  
[www.qsindustrial.biz](http://www.qsindustrial.biz)

1

Hoja Técnica / DO  
Versión 02-QSI  
Marzo 2016





QUÍMICA SUTZA INDUSTRIAL DEL PERÚ S.A.

## KUREZ SEAL®

### COMPUESTO CURADOR PARA CONCRETO CARAVISTA

- Aplicar inmediatamente después de terminar con el acabado superficial del concreto fresco utilizando de preferencia un aspersor (manual o industrial) para obtener una superficie completamente saturada con el producto.
- El producto se puede distribuir con un aspersor de bomba manual o un aspersor industrial sin aire. Si se aplica con rodillo, use uno de fibra corta.
- Temperatura de aplicación: +5 °C
- La membrana de KUREZ SEAL se puede retirar con un lijado, cepillado o utilizando agua a presión.

#### DOSIFICACIÓN / RENDIMIENTO

- KUREZ SEAL tiene un rendimiento de 5.0 m<sup>2</sup>/l – 6 m<sup>2</sup>/l para concreto de superficie rugosa o lisa respectivamente, con un consumo de 0.17 a 0.2 l/m<sup>2</sup>.
- Los valores pueden variar en función de la calidad y absorción del material.

#### PRESENTACIÓN

KUREZ SEAL se ofrece en cilindros de 230 kg (190 l) y baldes de 25 kg (21 l).

#### PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- No permita que el material se congele, eleve su temperatura hasta obtener la consistencia líquida.
- Almacene en un lugar fresco y seco antes de usarlo.
- No exponga la superficie con KUREZ SEAL a la lluvia o agua durante las 2 primeras horas.
- El agua caliente afecta el funcionamiento del producto.

#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

KUREZ SEAL debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Temperatura de almacenamiento mínima: +5°C

Vida útil: 1 año.

Química Sutza Industrial del Perú S.A.  
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211  
[ventasconstruccion@qsiindustrial.biz](mailto:ventasconstruccion@qsiindustrial.biz)  
[ingenieria.ce@qsiindustrial.biz](mailto:ingenieria.ce@qsiindustrial.biz)  
[www.qsiindustrial.biz](http://www.qsiindustrial.biz)

2

Hoja Técnica / DO  
Versión 02-QSI  
Marzo 2016



Av. República de Panamá 2577  
Lima 11 - Perú  
www.qsiindustrial.biz

T +51-1700 4000  
F +51-1700 4000

### CERTIFICADO DE CALIDAD

Ciudad de Despacho	LIMA - PERU	
Producto	KLRLZ SLAL	
LOTE	87002004	
Fecha de Fabricación	jul-18	
Fecha de Expiración	jul-19	

PROPIEDAD	ESPECIFICACION		LOTE REAL
ASPECTO OSPELOS 01.006 METODO VISUAL	Líquido transparente ligeramente grásaco.		CONFORME
	Mínimo	Máximo	
DENSIDAD (g/ml) (24 ± 1 °C) OSPELOS 01.006 METODO POTENCIOMETRO	1.205	1.225	1.215
pot (pH-metro) (24 ± 1 °C) OSPELOS 01.006 METODO POTENCIOMETRO	11.00	12.00	11.37
RESIDUOS (residuo a 110 °C) OSPELOS 01.007 DESECADOR TALOSINO	26.61	31.51	30.22
INFRARROJO (Factor de Corrección) OSPELOS 01.024 ANALISIS POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA (IR)	0.00	1.00	0.999657
OBSERVACIONES			
Visto 04 muestras más comparadas con los estándares, en envase y producto fabricado, a partir de expiraciones de un año en condiciones normales de almacenamiento.			

Ing. Graciela Rismon V. Benza  
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD



Calidad que Construye

## Hoja Técnica MEMBRANIL B

Curador tipo membrana para climas fríos

VERSION: 01  
FECHA: 25/11/2017

**DESCRIPCIÓN** MEMBRANIL B es un curador líquido transparente tipo membrana resinoide para concreto fresco, está formulado para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días a fin de proporcionar la hidratación adecuada. Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C. Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-309, Tipo I, Clase B (Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete).

**VENTAJAS**

- Ideal para climas fríos, incluso bajo 0°C.
- Retiene hasta el 95% del agua del concreto por 7 días.
- Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.
- Resulta económico debido a que se no se necesita de mano de obra especializada, se aplica fácilmente con mochila aspersora.
- Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.
- Después permitir aplicaciones posteriores de pintura o adhesivo para asfalto.
- No se congela a bajas temperaturas.

**USOS** Para el curado de concreto en climas fríos en obras como: losas, columnas, vigas, placas de concreto, calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, cubiertas de puentes, vías peatonales, etc.

**DATOS TÉCNICOS**

- Apariencia : Líquido.
- Color : Ámbar.
- Densidad : 3.10 – 3.20kg/gal.
- Solubilidad : Aguarrás.
- VOC : 673.14 g/L

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO** Agitar el envase antes de usar. El momento ideal para aplicar es inmediatamente después que haya desaparecido la exudación de la superficie o después de haber desencofrado. Aplicar con mochila aspersora dejando una capa uniforme sobre toda la superficie. Limpiar la herramientas de aplicación después de culminar el trabajo con aguarrás.

**RENDIMIENTO** Rinde 20m<sup>2</sup> /gal., cuando es aplicado con mochila aspersora. Se recomienda no exceder los 20m<sup>2</sup> /gal., para dar cumplimiento a lo recomendado por la norma ASTM.

**PRESENTACIÓN** Envase de 5 gal.  
Envase de 55 gal.



Hoja Técnica  
**MEMBRANIL B**

Curador tipo membrana para climas fríos

VERSION: 01  
FECHA: 25/11/2017

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 12 Meses en su envase original, cerrado, almacenado bajo techo en ambiente fresco y ventilado.

Producto inflamable. Evitar exponer al calor intenso y/o la llama abierta y fuentes de ignición.

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** PRODUCTO INFLAMABLE, Evitar exponer al calor intenso y/o la llama abierta y fuentes de ignición.

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/999012933).  
Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.  
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.



# HOJA TÉCNICA

## Sika® Cem Curador

Curador químico para concreto y mortero

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.

#### USOS

Sika® Cem Curador es indicado para todo tipo de concreto expuesto a la intemperie, tales como:

- Techos.
- Losas o pisos.
- Vigas y/o columnas.
- Veredas.
- Rampas de acceso.
- Canales de riego.
- Carreteras.
- Puentes.
- Construcciones en general de concreto.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

El empleo de Sika® Cem Curador permite:

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y la mano de obra.
- Después de 3 horas de aplicado, Sika® Cem Curador no es afectado por las lluvias y su efecto se mantiene durante 3 semanas mínimo.

### DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>COLORES</b> Transparente incoloro
	<b>PRESENTACIÓN</b> Balde x 4 L Balde x 20 L
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Sika® Cem Curador puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C durante 2 años.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.11 +/- 0.01 Kg/L

Hoja Técnica  
Sika® Cem Curador  
20.11.14, Edición 2

1/3



## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m <sup>2</sup> por litro de Sika® Cem Curador 0,2 L/m <sup>2</sup> .
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE EMPLEO</b> Sika® Cem Curador se aplica sobre la superficie del concreto fresco, una vez que este haya adquirido una tonalidad opaca superficialmente, es decir, en cuanto haya evaporado el exceso de agua de mezcla, tiempo que puede estar entre media hora y tres horas después de finalizada su colocación, dependiendo del viento y la temperatura ambiente. Se debe agitar el contenido de los envases antes de su aplicación. Es recomendable el uso de pulverizadores (fumigadores) para su uso y rendimiento óptimo, mas Sika® Cem Curador puede ser aplicado con brocha o rodillo. <b>PRECAUCIONES</b> Limpie todas las herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
<b>BASES</b>	Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.
<b>RESTRICCIONES LOCALES</b>	Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.
<b>INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.
<b>NOTAS LEGALES</b>	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de las Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web <a href="http://www.sika.com.pe">www.sika.com.pe</a> .

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 1  
la misma que deberá ser destruida"**





---

**PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika®Cem Curador :**

**1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS**



**2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL**



Sika Perú S.A.  
Concrete  
Centro Industrial "Las Praderas  
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 3 y  
6, Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sika®Cem Curador  
20.11.14, Edición 2

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.  
CG, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



© 2014 Sika Perú S.A.



CERTIFICADO DE CALIDAD

BUILDING TRUST



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto: Sika Cam Curador x 20 L.

1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:

NÚMERO DE LOTE: 073331 Fabric: 190218 O/P: 00073331

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Aspecto	Min: 0.00 - Max: 1.00	Correcto
Densidad (Kg/L)	Min: 1.10 - Max: 1.12	1.12
pH al 10% (agua destilada)	Má: 10.00 - MÍN: 11.00	10.56
Sólidos por Desecación (%)	Min: 13.00 - Max: 17.00	17.00
Fecha de vencimiento	7 años	03-2023



2. REFERENCIA:

NICC: 1423002 Edición: 1

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.  
Atentamente,

Gari Medina Salvatierra

Jefe de Laboratorio

Lima, 01 de Febrero 2018

Formato CC-F-13  
Aprobado por: N/A  
Fecha: 27-05-13  
Edición: 1

LA INFORMACIÓN Y EL PRESENCIAL LAS RECOMENDACIONES EN ESTA INTERSECCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA Y EN PRÁCTICAS QUE CONSIDERAMOS VÁLIDAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS EN LA NORMATIVA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.) NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, FERTILIDAD O PERDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETA A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS PEDIDOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS, CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB: [WWW.SIKA.COM.PE](http://WWW.SIKA.COM.PE)

SIKA PERU S.A.  
Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" S/N Mz. B Lotes 5 y 6 / Lurín / Lima - Perú  
Tel: +51 1 638 6065 - Fax: +51 1 638 6070 - [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)



**Z ADITIVOS** S. A.  
El Mejor Amigo del Concreto  
*"28 Años al Servicio del Perú"*



## CURADOR Z RESINOIDE

### DESCRIPCION

Compuesto líquido para formar membrana de curado especial para climas fríos, satisface las normas ASTM C 309 Tipo I ACI – 308

### VENTAJAS

- Forma una membrana elástica.
- Evita fisuras.
- No obstruye las boquillas de las mochilas pulverizadoras
- Evita formación de polvo
- No mancha el concreto
- Mejora la resistencia inicial al desgaste
- Se puede pintar y echar recubrimientos asfálticos
- No se congela

### USOS

Se emplea en pistas, veredas, columnas, placas, vigas, techos, etc. En todo elemento de concreto, Horizontal, Vertical, Inclinado.

### CURADOS

- Placas, columnas inmediatamente después del desencofrados
- En losas cuando haya desaparecido la exudación del concreto (según el clima)

### APLICACIÓN

Viene listo para usarse con mochila pulverizadora, brocha, rodillo, en sucesivas pasadas, previo curado con agua al desencofrar.

### CUIDADOS

- Proteger del tráfico
- Agítese antes de usar
- Aléjese del fuego
- Se puede pigmentar

### RENDIMIENTO

Rinde 20 m<sup>2</sup> por galón

### ENVASES

- 5 Galones
- 55 galones



LIMA: Av. Tacahuanza N° 675 Urb. La Campesina - Telf: 9593058 - Cel: 998 128 514 / 998 950 130  
 Email: ventas@zurporacion.com.pe / cotizaciones@zurporacion.com.pe / Web site: www.zaditivos.com.pe  
 AREQUIPA: Calle Hualcapala 925-A - Cercado - Telf.: (051) 208 388 / TRUJILLO: Av. Aménica Sur 820 Urb. Palermo Telf.: (041) 425 518 Intel: 958 127 657  
 CHICLAYO: Jr. Los Tumacos 905 Telf: (074) 223 728 Intel: 994 278 718 / CUZCO: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Warchaq Telf: (070) 25 / 121 / 994 060 776  
 ZLITIA: SAN JORJA - Intel: 981 238 456 / CALLAO: Telf: 415 0770 / 415 0771 / 999 228 490 / PUCALLPA: Telf: 10021 572 590 / SULLANA: Telf: 10731 505 406 / 998 129 954



### CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO	CURADOR Z RESINOIDE	FECHA EMISION CERTIFICADO	14/08/2018	N° LOTE	015
UNIDAD MEDIDA	GAL, BID, CIL	TIEMPO ALMACENAJE MAXIMO	1 AÑO	FECHA PRODUCCION	02/08/2018
Norma tecnica de referencia	ASTM C 309 TIPO 2 ASTM C-156				

### ESPECIFICACIONES

ITEM	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	UNIDAD	RESULTADOS	REQUISITOS	
				Rango de Aceptacion	Normas tecnicas
1	ASPECTO	no aplicable	LIQUIDO	-	-
2	COLOR	no aplicable	AMARILLENTO	-	-
3	ADITIVO	no aplicable	CURADOR	-	-
4	DENSIDAD	kg/lt	0.85	+/-0.01	-
5	CURADO A LAS 72 HORAS	(%)kg./m <sup>2</sup>	MAX. 0.55	perdida de agua curado	ASTM C 31-39
6	CURADOR Z RESINOIDE (%)		0.20	tras cilindricas edad	ASTM C 31-39
7	CURADOR Z RESINOIDE	kg/cm <sup>2</sup>	159		ASTM C 39
8	tiempo de secado al tacto	RESULTADO L.E.M	2 h 15 min	max. 4 h	ASTM C-156
9	perdida promedio de agua	RESULTADO L.E.M	0.51 kg/m <sup>2</sup>	max. 0.55 kg/m <sup>2</sup>	ASTM C-156

Este certificado muestra las características promedio típicas del lote indicado, confirmando que este producto cumple con lo especificado por las

Los procesos de Operación de Z. ADITIVOS SA están Certificados con ISO 9001:2008.

Z ADITIVOS S.A.


Luis Alberto Zetza Tardón  
GERENTE TECNICO

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe /cobracion@zaditivos.com.pe / web site: www.zaditivos.com.pe  
 ZETITA: Av. San Luis 3051 - San Boja - 71567457 968 298 456 | Av. Faucas 1031 - Callao: 715-57707 968 128463  
 Plumb: Av. Bolognesi 311 Int. 3 Telf.: (073) 3214801 972001351 - Suframa: Calle Independencia 478 Telf.: (073) 508408 - Chidlay: J. Los Tumbos 505 Telf.: (074) 223 7161 994 278 778  
 Guano: Av. Tomasa Tito Condemilla 1032 - Wanchaq Telf.: (054) 257 1111 994 088 746 - Pucallpa: Jr. Coronel Porfirio 744 Telf.: (081) 573 5911 968128465 - Arequipa: Calle Paucarpata 323-A  
 Oroya Telf.: (054) 208 3881 994044884 - Trujillo: Av. 28 de Setiembre 820 Urb. Palermo Telf.: (044) 425 5181 968127657





*Aditivos y Productos para la Construcción, Industria y Minería*



**CÓDIGO** FO-VT-002  
**VERSIÓN** 003

Lima, 14 de Agosto del 2018  
**N.º de cotización:** 0069

**CALLOMAMANI CALLOMAMANI ROMILIO**  
RUC 10434362613

**Percepción:**  
Monto

**Teléfono:**  
**Celular:**  
**Email:**  
empresa.jta.ing@gmail.com

**Ref.-**

**Obras:**

De nuestra consideración :

Nos dirigimos a Uds. para hacerles la cotización de nuestros productos:

CANT.	UNIDAD	CÓDIGO	PRODUCTO	PRECIOS SIN I.G.V.	
				P. U.	TOTAL S/
1	LT	21002005	MEMBRANIL B - LATA 5 GAL	194.91	194.91
SUB-TOTAL :				194.91	
I.G.V. 18% :				33.08	
<b>TOTAL A PAGAR S/:</b>				<b>229.99</b>	

**Sobre el Precio** : Precios en Soles. Descuento por volumen. Precios Unitarios No Incluyen IGV.  
**Validez** : **Validez de la Oferta 30 días calendario**  
**Plazo de Entrega** : La mercadería será entregada por nuestra área de despacho dentro de 48 horas posterior a la cancelación de la totalidad del pedido, según disponibilidad.  
**Depositar a nombre** : Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A. - ITICSA  
**RUC** : 20100265479

**Cuentas Bancarias**

BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ	BANCO BBVA CONTINENTAL	BANCO SCOTIABANK
SOLES: 191-0432510-0-07	SOLES: 8765	SOLES: 0004841654
DOLARES: 191-0118336-1-42	DOLARES: 8766	DOLARES: 0200293

En espera de sus gratas órdenes, quedamos de Uds.

Atentamente,

ARQ. BRENDA CERVERA C.  
brenda.cervera@insecorp.pe  
Teléfonos: 998352629 - (01) 3368407 Anexo: 155

Av. Industrial 765 Lima 1 - Perú - Telf.: (511) 336 8407 / Fax: (511) 336 8408 - E-mail: chema@iticsa.com

CÓD.: BCERVERA

www.chema.com.pe





1/8/2018

Factura Electronica - Impresion

**PAMER PERU EIRL**  
**PAMER PERU E.I.R.L.**  
 JR. 8 DE NOVIEMBRE 838 ZONA FRENTE AL COMPLEJO LOLO FERNANDEZ  
 JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

**FACTURA ELECTRONICA**  
**RUC: 20448121691**  
**E001-701**

Fecha de Vencimiento :  
 Fecha de Emisión : **01/08/2018**  
 Señor(es) : **CALLOMAMANI CALLOMAMANI ROMILIO**  
 RUC : **10434362615**  
 Dirección del Cliente : **URB. AZIRUNI III ETAPA MZA. Z LOTE. 02 A 5 CUADRAS DEL PEDAGOGICO PUNO-PUNO-PUNO**  
 Tipo de Moneda : **SOLES**  
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario
1.00	BALDE	SIKACEM CURADOR POR 20 LTRS *	83.0508

Valor de Venta de Operaciones :  
 Gratuitas :

**SON: NOVENTA Y OCHO Y 00/100 SOLES**

Sub Total Ventas :	S/ 83.05
Anticipos :	S/ 0.00
Descuentos :	S/ 0.00
Valor Venta :	S/ 83.05
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 14.95
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 98.00

*Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.*



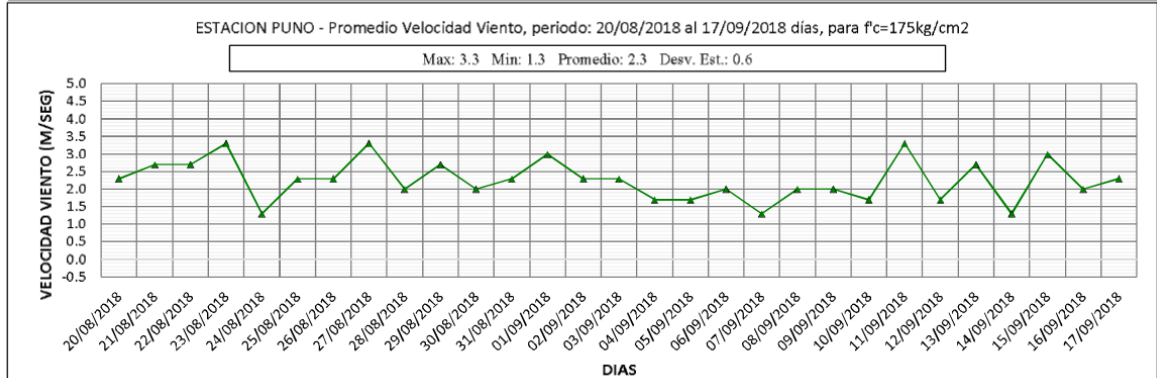
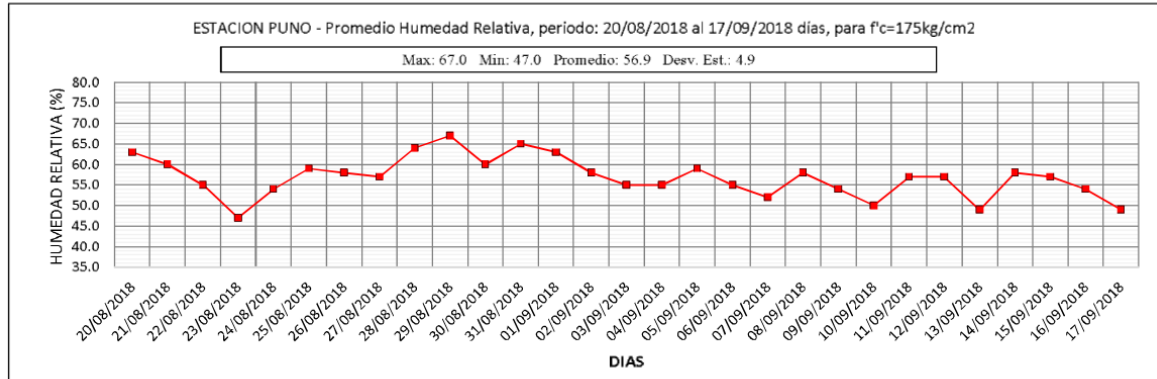
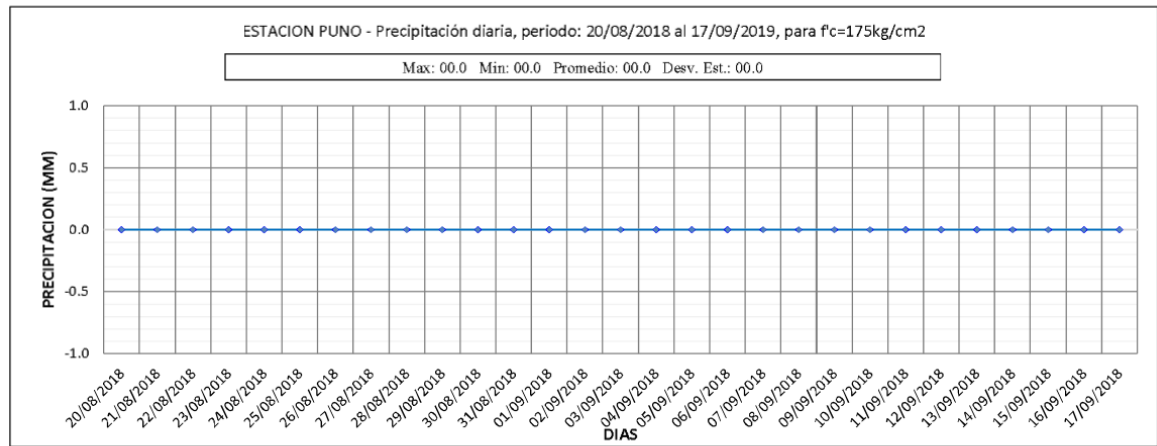
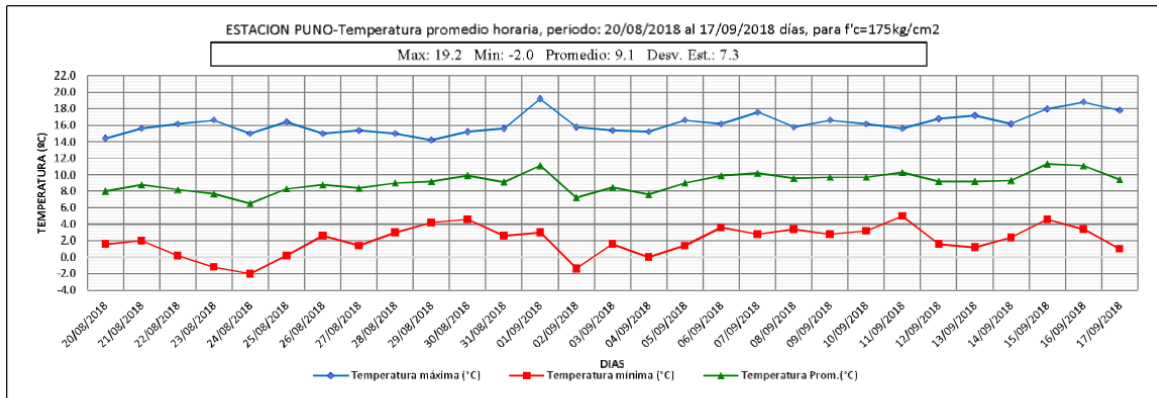


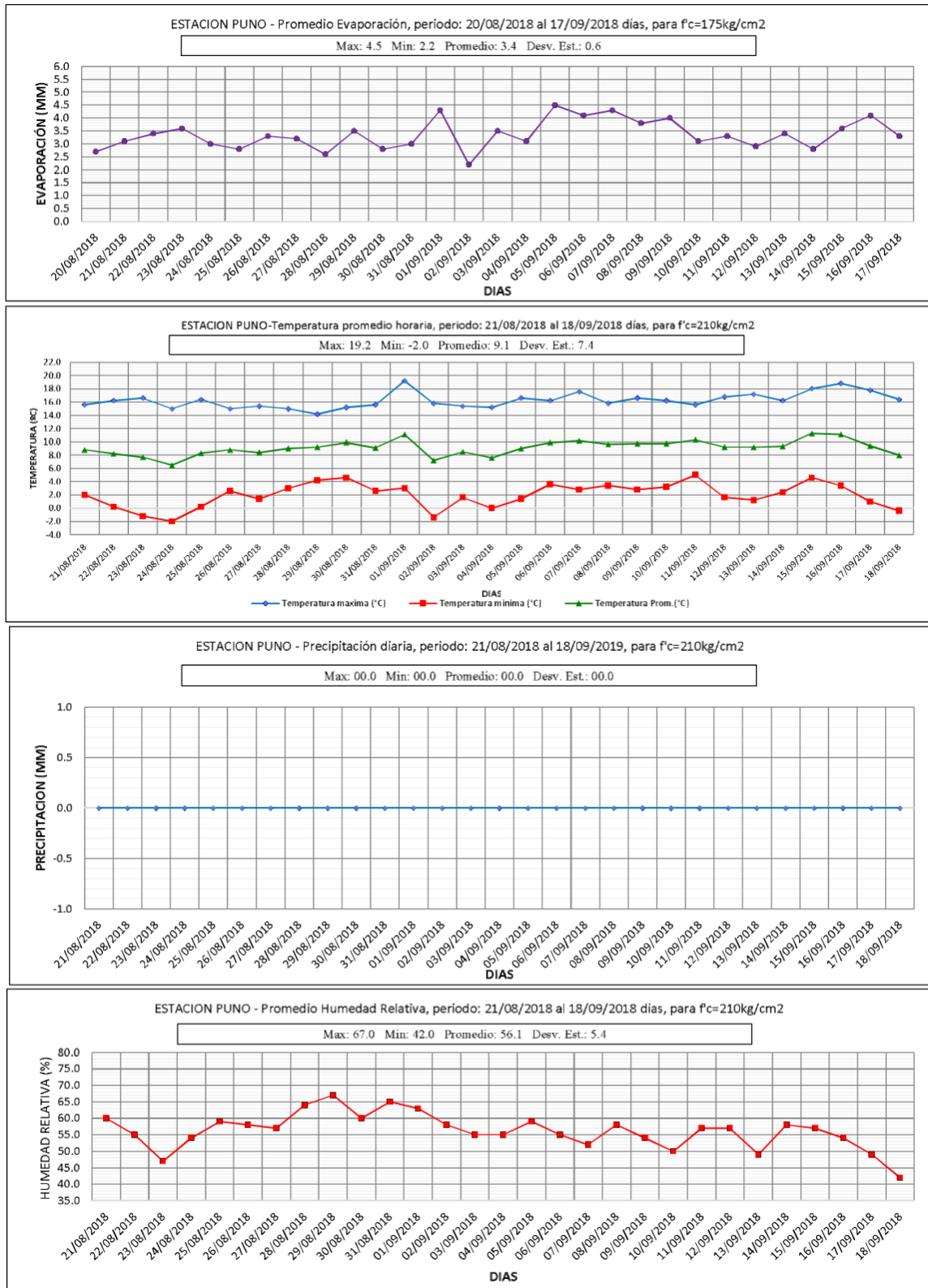
## ANEXO G: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DIARIAS

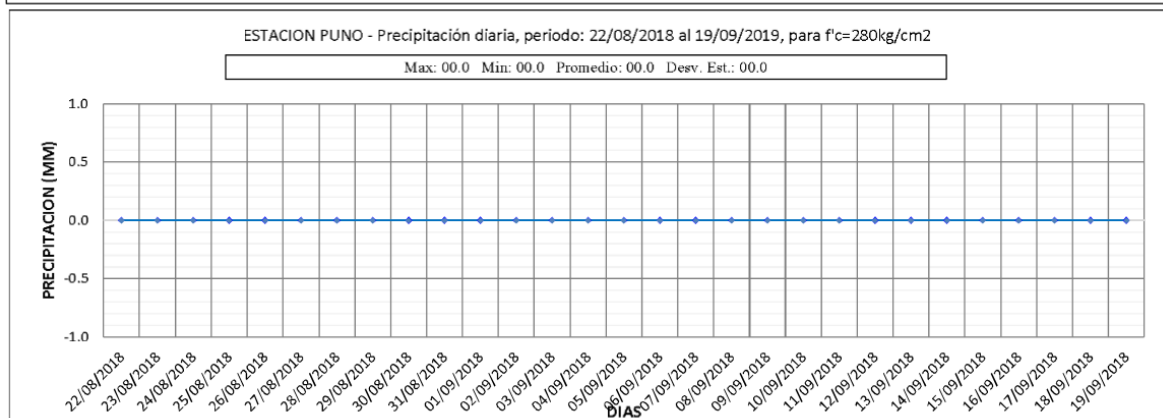
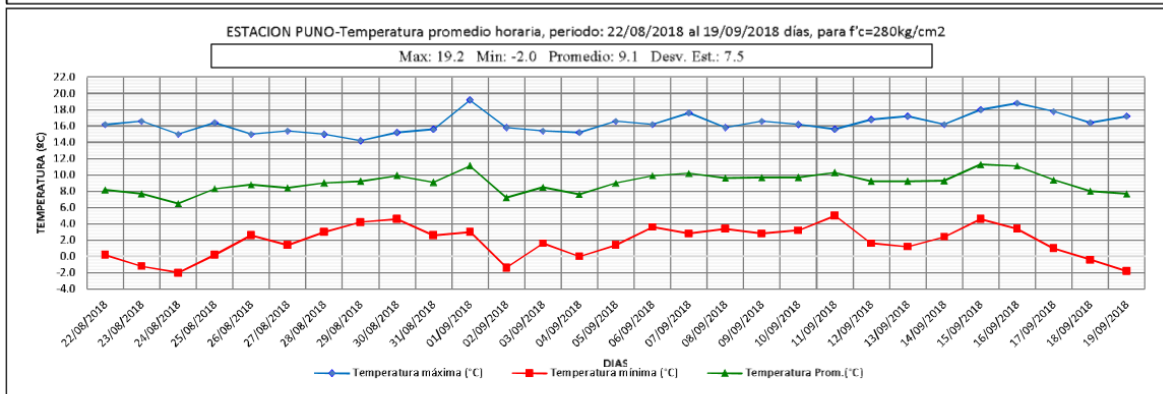
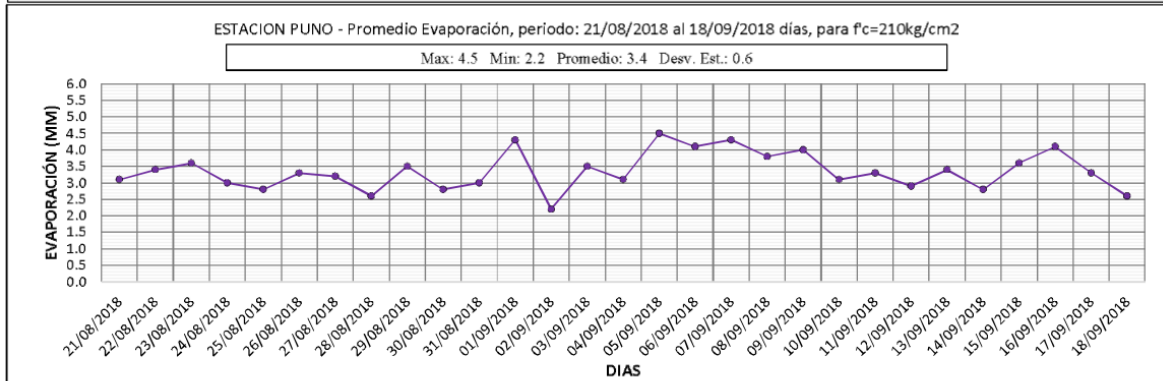
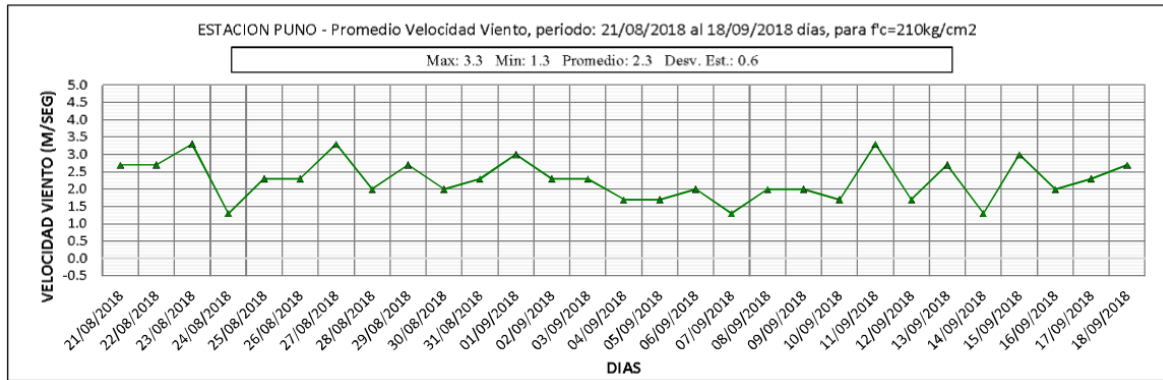
"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO  
NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"

ESTACION: CO. 110820 LATITUD 15°49'34,5" DEPARTAMENTO PUNO  
CP.100110 LONGITUD 70°00'43,5" PROVINCIA PUNO  
PUNO ALTITUD 3812 DISTRITO PUNO

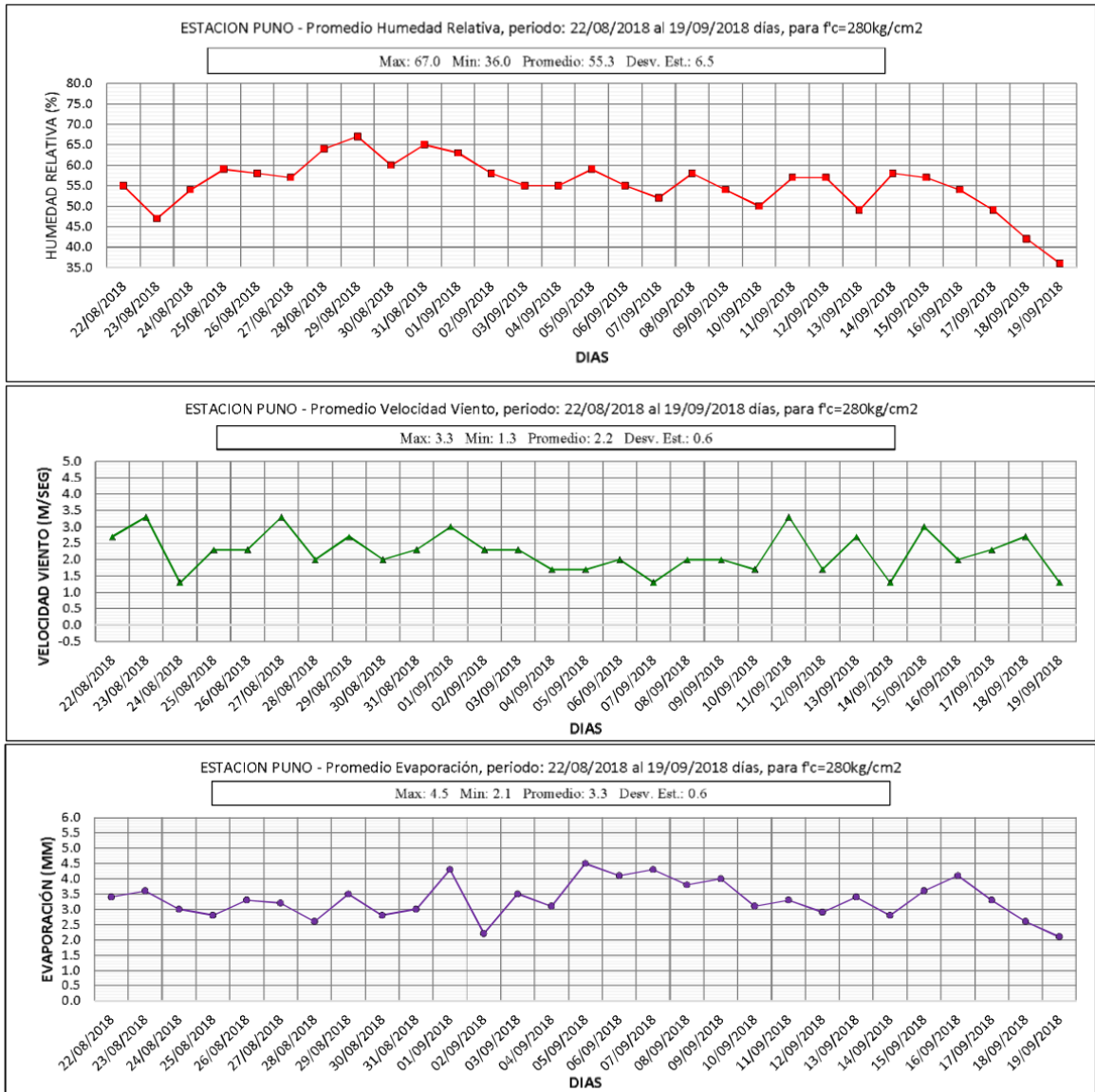
Fecha	Temperatura maxima (°C)	Temperatura minima (°C)	Precipitación diaria (mm)	Prom. Humedad relativa (%)	Prom. Velocidad viento (m/seg.)	Prom. Evaporacion (mm)
01/08/2018	13.6	1.8	0.0	64.0	1.0	2.7
02/08/2018	16.4	3.0	0.0	56.0	2.7	3.5
03/08/2018	14.4	3.6	0.0	62.0	2.7	3.0
04/08/2018	14.4	5.2	0.0	61.0	1.7	2.8
05/08/2018	16.6	-0.6	0.0	56.0	3.3	3.3
06/08/2018	15.2	-2.2	0.0	54.0	2.3	1.0
07/08/2018	14.6	1.4	0.0	58.0	4.0	2.8
08/08/2018	15.0	0.0	0.0	59.0	2.3	2.4
09/08/2018	14.4	2.0	0.0	64.0	1.0	3.0
10/08/2018	14.2	1.8	0.0	62.0	1.7	3.6
11/08/2018	15.4	1.4	0.0	61.0	4.0	4.2
12/08/2018	13.6	1.0	0.0	63.0	2.7	3.8
13/08/2018	15.2	1.2	0.0	60.0	2.7	3.1
14/08/2018	13.4	-0.8	0.0	62.0	1.7	2.6
15/08/2018	14.8	1.0	0.0	62.0	2.3	3.5
16/08/2018	15.4	0.8	0.0	59.0	1.7	3.2
17/08/2018	14.4	2.4	0.0	59.0	1.3	3.6
18/08/2018	15.4	0.4	0.0	53.0	2.0	3.0
19/08/2018	15.2	0.0	Tx	51.0	2.0	2.8
20/08/2018	14.4	1.6	Tx	63.0	2.3	2.7
21/08/2018	15.6	2.0	0.0	60.0	2.7	3.1
22/08/2018	16.2	0.2	0.0	55.0	2.7	3.4
23/08/2018	16.6	-1.2	0.0	47.0	3.3	3.6
24/08/2018	15.0	-2.0	0.0	54.0	1.3	3.0
25/08/2018	16.4	0.2	0.0	59.0	2.3	2.8
26/08/2018	15.0	2.6	0.0	58.0	2.3	3.3
27/08/2018	15.4	1.4	0.0	57.0	3.3	3.2
28/08/2018	15.0	3.0	Tx	64.0	2.0	2.6
29/08/2018	14.2	4.2	0.0	67.0	2.7	3.5
30/08/2018	15.2	4.6	0.0	60.0	2.0	2.8
31/08/2018	15.6	2.6	0.0	65.0	2.3	3.0
01/09/2018	19.2	3.0	0.0	63.0	3.0	4.3
02/09/2018	15.8	-1.4	0.0	58.0	2.3	2.2
03/09/2018	15.4	1.6	0.0	55.0	2.3	3.5
04/09/2018	15.2	0.0	0.0	55.0	1.7	3.1
05/09/2018	16.6	1.4	0.0	59.0	1.7	4.5
06/09/2018	16.2	3.6	0.0	55.0	2.0	4.1
07/09/2018	17.6	2.8	0.0	52.0	1.3	4.3
08/09/2018	15.8	3.4	0.0	58.0	2.0	3.8
09/09/2018	16.6	2.8	0.0	54.0	2.0	4.0
10/09/2018	16.2	3.2	0.0	50.0	1.7	3.1
11/09/2018	15.6	5.0	0.0	57.0	3.3	3.3
12/09/2018	16.8	1.6	0.0	57.0	1.7	2.9
13/09/2018	17.2	1.2	0.0	49.0	2.7	3.4
14/09/2018	16.2	2.4	0.0	58.0	1.3	2.8
15/09/2018	18.0	4.6	0.0	57.0	3.0	3.6
16/09/2018	18.8	3.4	0.0	54.0	2.0	4.1
17/09/2018	17.8	1.0	0.0	49.0	2.3	3.3
18/09/2018	16.4	-0.4	0.0	42.0	2.7	2.6
19/09/2018	17.2	-1.8	0.0	36.0	1.3	2.1
20/09/2018	17.6	1.4	0.0	43.0	2.3	3.3
21/09/2018	17.0	4.4	0.0	52.0	1.7	4.5
22/09/2018	16.2	3.8	0.0	57.0	2.3	4.0
23/09/2018	16.0	4.4	0.0	62.0	4.0	4.3
24/09/2018	15.6	3.6	2.6	64.0	1.7	3.2
25/09/2018	17.0	2.4	1.0	56.0	2.3	3.5
26/09/2018	16.4	3.0	0.0	51.0	2.7	3.0
27/09/2018	15.6	4.2	0.0	52.0	2.3	2.8
28/09/2018	16.0	4.4	0.0	59.0	2.3	3.4
29/09/2018	18.6	1.6	0.0	45.0	1.7	3.1
30/09/2018	18.0	2.0	0.0	47.0	1.7	3.5











## ANEXO H: OTROS DOCUMENTOS

**FICHA TÉCNICA**



### CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA RESISTENCIA

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA

**DESCRIPCIÓN**

El Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, ALTA RESISTENCIA, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

**LA DURABILIDAD**

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
MgO (%)	1.99		5.00	Máx.
SO <sub>3</sub> (%)	1.75		4.00	Máx.
Pérdida por ignición (%)	2.14		5.00	Máx.

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparación Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.090 y ISO 140.154	
	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.85		-	-	-	-
Expansión en autoclave (%)	0		0.90	Máx.	-	-
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170		45	Mín.	-	-
Fraguado Vicat final (minutos)	270		420	Máx.	-	-
Resistencia a la compresión					Cemento Tipo I	
					Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
	1 día	104	10	-	-	-
	3 días	109	20	113	Mín.	13
	7 días	247	24	204	Mín.	20
28 días	342	34	222	Mín.	25	-
60 días	387	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.078		-	-	0.09	Máx.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Mejico - Puno Km. 11 - Caracoto  
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Castro N° 527 - Arequipa  
 TELÉFONO: (054) 426226 - 226200 - FAX: (054) 226552  
[www.grupopatria.com.pe](http://www.grupopatria.com.pe)