

Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”

Facultad de Ciencias y Tecnología

Carrera de Ingeniería Civil

Departamento de Obras Hidráulicas y Sanitarias



MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE
YACUIBA.

APLICACIÓN PRÁCTICA: POZOS QUE ESTÁN DENTRO DE LA
CONCESIÓN DE EMAPYC (Empresa Municipal Autónoma de Agua
Potable y Alcantarillado Sanitario Yacuiba).

Por:

NEIDA YOHANA GARCIA SOLIZ

Semestre I- 2022

Tarija-Bolivia

DEDICATORIA

A mi querida madre Natividad Soliz Balencia que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga, dándome a cada instante una palabra de aliento en todas las etapas de mi vida y sus consejos que me han llenado de valores y fuerzas para luchar por todos y cada uno de mis sueños.

Espero de ahora en adelante poder retribuir no solo su amor, sino todo lo que ha dado por mí, ser un respaldo para ella y hacerla sentir orgullosa a cada paso que dé.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. EL PROBLEMA	2
1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	4
1.5. HIPÓTESIS	4
1.6. METODOLOGÍA	4
CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA	8
2.1. MARCO TEÓRICO	8
2.2. INTRODUCCIÓN	8
2.3. MARCO CONCEPTUAL	9
2.3.1. AGUAS SUBTERRÁNEAS	9
2.3.2. NIVEL FREÁTICO.....	10
2.3.3. ACUÍFEROS	11
2.3.4. TIPOS DE ACUÍFEROS	11
2.3.5. FUENTES SUBTERRÁNEAS	13
2.3.6. ÁREA DE DESCARGA	14
2.3.7. HIDROGEOLOGÍA.....	14
2.3.8. PERFILES LITOLÓGICOS.....	15
2.3.9. POZOS	15
2.3.10. PROFUNDIDAD DE LOS POZOS	16
2.3.10.1. NIVEL ESTÁTICO.....	17

2.3.10.2. NIVEL DINÁMICO.....	17
2.3.11. POZOS DE OBSERVACIÓN.....	17
2.3.12. BOMBA	18
2.3.13. NIVEL PIEZOMÉTRICO.....	18
2.3.14. PRUEBA DE BOMBEO.....	19
2.3.15. APARATOS DE MEDICIÓN PARA LOS POZOS.....	20
2.3.16. VIDA MEDIA DE UN POZO DE AGUA POTABLE.....	23
2.3.17. RENDIMIENTO Y EFICACIA OPERATIVA DE UN POZO.....	23
2.3.18. PROBLEMA DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL	24
2.3.19. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS FUENTES SUBTERRÁNEAS	24
2.4. MARCO ESPACIAL	27
2.4.1. LOCALIZACIÓN DE POZOS	27
2.4.2. COORDENADAS DE POZOS	27
2.4.3. ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	28
2.4.4. GEOLOGÍA LOCAL	29
2.5. MARCO TEMPORAL	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	30
3.1. SELECCIÓN DE POZOS	30
3.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE POZO	30
3.2.1. RESUMEN DEL POZO YC-04.....	30
3.2.1.1. ANTECEDENTES	30
3.2.1.2. GENERALIDADES	31
3.2.1.2.1. OBJETIVO	31
3.2.1.2.2. UBICACIÓN	31
3.2.1.2.3. PERSONAL Y MAQUINARIA	31
3.2.1.3. RESUMEN DEL TRABAJO	32
3.2.1.3.1. PERFORACIÓN DEL POZO PILOTO.....	32
3.2.1.3.2. CONSTRUCCIÓN DEL POZO.....	33
3.2.1.3.3. DESARROLLO DEL POZO	35
3.2.1.3.4. PRUEBAS DE BOMBEO.....	35
3.3. DATOS HISTÓRICOS DE LOS POZOS SELECCIONADOS	42
3.3.1. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°2	42

3.3.2. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°4	44
3.3.3. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°5	46
3.3.4. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°6	48
3.3.5. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°7	50
3.3.6. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°8	52
3.3.7. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO N°9	54
3.3.8. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO TERMINAL	56
3.3.9. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YB-08.....	58
3.3.10. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YB-07.....	60
3.3.11. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YB-04.....	62
3.3.12. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YC-04.....	64
3.3.13. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YC-34.....	66
3.3.14. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO YC-03.....	68
3.3.15. REGISTRO DE INFORMACIÓN DEL POZO EL CÁRCAMO.....	70
3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
3.4.1. PRODUCCIÓN Y CAUDALES DE CADA POZO	72
3.4.2. REPORTE DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS POZOS	88
3.4.2.1. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°2 88	
3.4.2.1.1. MEDICIÓN DE NIVELES	88
3.4.2.1.2. MEDICIÓN DE CAUDALES EN EL INSTANTE.....	89
3.4.2.1.3. MEDICIÓN DE VOLÚMENES	91
3.4.2.1.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL POZO N°2.....	92
3.4.2.2. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°4	92
3.4.2.3. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°5	96
3.4.2.4. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°6	100
3.4.2.5. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°7	105
3.4.2.6. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°8	109
3.4.2.7. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO N°9	113
3.4.2.8. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO	
TERMINAL	118

3.4.2.9. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO	122
3.4.2.10. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO YB-07	125
3.4.2.11. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO YB-04	129
3.4.2.12. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO YC-04	133
3.4.2.13. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO YC-34	137
3.4.2.14. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO YC-03	141
3.4.2.15. FUNCIONAMIENTO Y MEDICIONES REALIZADAS AL POZO EL CÁRCAMO	145
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA	150
4.1. DATOS OBTENIDOS EN CAMPO	150
4.2. EVALUACIÓN DE DATOS DE POZOS SELECCIONADOS.....	152
4.2.1. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°2.....	152
4.2.1.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°2 ...	152
4.2.1.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°2	154
4.2.1.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°2	156
4.2.1.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°2	157
4.2.2. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°4.....	159
4.2.2.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°4 ...	159
4.2.2.2. VARIACIÓN DE CAUDALES DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°4	162
4.2.2.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°4	163
4.2.2.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°4	164
4.2.3. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°5.....	167
4.2.3.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°5 ...	167
4.2.3.2. VARIACIÓN DE CAUDALES DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°5	169
4.2.3.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°5	171
4.2.3.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°5	172
4.2.4. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°6.....	174

4.2.4.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°6 ...	174
4.2.4.2. VARIACIÓN DE CAUDALES DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°6	177
4.2.4.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°6	178
4.2.4.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°6	179
4.2.5. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°7.....	181
4.2.5.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°7 ...	181
4.2.5.2. VARIACIÓN DE CAUDALES DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°7	184
4.2.5.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°7	185
4.2.5.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°7	185
4.2.6. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°8.....	188
4.2.6.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°8 ...	188
4.2.6.2. VARIACIÓN DE CAUDALES DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°8	190
4.2.6.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°8	192
4.2.6.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°8	193
4.2.7. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO N°9.....	195
4.2.7.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO N°9 ...	195
4.2.7.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO N°9	198
4.2.7.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO N°9	199
4.2.7.4. PRODUCCIÓN DEL POZO N°9	200
4.2.8. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO TERMINAL	203
4.2.8.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO TERMINAL	203
4.2.8.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO TERMINAL	205
4.2.8.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO TERMINAL	206
4.2.8.4. PRODUCCIÓN DEL POZO TERMINAL	208
4.2.9. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YB-08	210
4.2.9.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YB-08	210
4.2.9.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YB-08.....	213

4.2.9.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YB-08.....	214
4.2.9.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YB-08.....	215
4.2.10. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YB-07.....	218
4.2.10.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YB-07	218
4.2.10.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YB-07.....	220
4.2.10.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YB-07.....	221
4.2.10.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YB-07.....	223
4.2.11. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YB-04.....	225
4.2.11.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YB-04	225
4.2.11.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YB-04.....	228
4.2.11.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YB-04.....	229
4.2.11.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YB-04.....	230
4.2.12. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YC-04.....	233
4.2.12.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YC-04	233
4.2.12.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YC-04.....	235
4.2.12.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YC-04.....	236
4.2.12.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YC-04.....	238
4.2.13. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YC-34.....	240
4.2.13.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YC-34	240
4.2.13.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YC-34.....	243
4.2.13.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YC-34.....	244
4.2.13.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YC-34.....	245
4.2.14. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO YC-03.....	248
4.2.14.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO YC-03	248
4.2.14.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO YC-03.....	250
4.2.14.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO YC-03.....	251

4.2.14.4. PRODUCCIÓN DEL POZO YC-03	253
4.2.15. ANÁLISIS DE DATOS DEL POZO EL CÁRCAMO	255
4.2.15.1. VARIACIÓN DE CAUDALES DE PRODUCCIÓN DEL POZO EL CÁRCAMO	255
4.2.15.2. VARIACIÓN DE CAUDALES MEDIDOS EN EL INSTANTE DEL POZO EL CÁRCAMO	258
4.2.15.3. VARIACIÓN DE NIVELES DE AGUA DEL POZO EL CÁRCAMO	259
4.2.15.4. PRODUCCIÓN DEL POZO EL CÁRCAMO	260
4.3. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS POZOS SELECCIONADOS	263
4.4. ANÁLISIS DE LOS POZOS DE OBSERVACIÓN.....	265
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	268
5.1. SISTEMATIZACIÓN DE RESULTADOS	268
5.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	268
5.2.1. RESULTADOS DEL POZO N°2	268
5.2.2. RESULTADOS DEL POZO N°4	269
5.2.3. RESULTADOS DEL POZO N°5	270
5.2.4. RESULTADOS DEL POZO N°6	270
5.2.5. RESULTADOS DEL POZO N°7	271
5.2.6. RESULTADOS DEL POZO N°8	271
5.2.7. RESULTADOS DEL POZO N°9	272
5.2.8. RESULTADOS DEL POZO TERMINAL	272
5.2.9. RESULTADOS DEL POZO YB-08	273
5.2.10. RESULTADOS DEL POZO YB-07	274
5.2.11. RESULTADOS DEL POZO YB-04	274
5.2.12. RESULTADOS DEL POZO YC-04	275
5.2.13. RESULTADOS DEL POZO YC-34	275
5.2.14. RESULTADOS DEL POZO YC-03	276
5.2.15. RESULTADOS DEL POZO EL CÁRCAMO	276
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	278
6.1. CONCLUSIONES	278
6.2. RECOMENDACIONES	279
BIBLIOGRAFÍA	281
WEBGRAFÍA	282

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Aguas subterráneas y tipos de acuíferos.....	9
Figura 2:	Ciclo del agua.....	10
Figura 3:	Distintos tipos de acuíferos	13
Figura 4:	Partes de un pozo de agua.....	15
Figura 5:	Pozos perforados	16
Figura 6:	Bomba sumergible.....	18
Figura 7:	Diagrama de funcionamiento al momento de bombeo de pozo	20
Figura 8:	Macromedidor	21
Figura 9:	Lectura de un macromedidor.....	21
Figura 10:	Sonda de nivel	22
Figura 11:	Levellogger	22
Figura 12:	Barologger descargando datos.....	23
Figura 13:	Vista Satelital de la ubicación de los pozos que opera la Empresa	28
Figura 14:	Diseño del pozo YC-04	34
Figura 15:	Curva de recuperación pozo YC-04	42
Figura 16:	Registro fotográfico Pozo N°2	42
Figura 17:	Registro fotográfico del Pozo N°4	44
Figura 18:	Registro fotográfico tanque del Pozo N°4.....	44
Figura 19:	Registro fotográfico del Pozo N°5	46
Figura 20:	Croquis de ubicación del Pozo N°5.....	46
Figura 21:	Registro fotográfico del Pozo N°6	48
Figura 22:	Croquis de ubicación del Pozo N°6.....	48
Figura 23:	Registro fotográfico del Pozo N°7	50
Figura 24:	Croquis de ubicación del Pozo N°7.....	50
Figura 25:	Registro fotográfico del Pozo N°8	52
Figura 26:	Cierre perimetral de Pozo N°8	52
Figura 27:	Croquis de ubicación del Pozo N°8.....	52
Figura 28:	Registro fotográfico del Pozo N°9	54
Figura 29:	Registro fotográfico del tanque del Pozo N°9.....	54
Figura 30:	Croquis de ubicación del Pozo N°9.....	54

Figura 31:	Registro fotográfico del Pozo Terminal	56
Figura 32:	Ubicación del Pozo Terminal	56
Figura 33:	Registro fotográfico del Pozo YB-08	58
Figura 34:	Cierre perimetral del Pozo YB-08	58
Figura 35:	Croquis de ubicación del Pozo YB-08	58
Figura 36:	Registro fotográfico del Pozo YB-07	60
Figura 37:	Croquis de Ubicación del Pozo YB-07.....	60
Figura 38:	Registro Fotográfico del Pozo YB-04	62
Figura 39:	Cierre perimetral del Pozo YB-04	62
Figura 40:	Croquis de ubicación del pozo YB-04.....	62
Figura 41:	Registro fotográfico del Pozo YC-04	64
Figura 42:	Registro fotográfico del Pozo YC-04	64
Figura 43:	Croquis de ubicación del Pozo YC-04	64
Figura 44:	Registro fotográfico del Pozo YC-34	66
Figura 45:	Dosificador del Pozo YC-34.....	66
Figura 46:	Registro fotográfico del Pozo YC-03	68
Figura 47:	Croquis de ubicación del Pozo YC-03	68
Figura 48:	Registro fotográfico del Pozo el Cárcamo.....	70
Figura 49:	Dosificador del Pozo el Cárcamo	70
Figura 50:	Caudales de producción del Pozo N°2	154
Figura 51:	Variación de caudales del Pozo N°2	155
Figura 52:	Variación de niveles del Pozo N°2	157
Figura 53:	Producción mensual de Pozo N°2	159
Figura 54:	Caudales de producción del Pozo N°4	161
Figura 55:	Variación de caudales del Pozo N°4	163
Figura 56:	Variación de niveles del Pozo N°4.....	164
Figura 57:	Producción mensual del Pozo N°4	166
Figura 58:	Caudales de producción del Pozo N°5	169
Figura 59:	Variación de caudales del Pozo N°5	170
Figura 60:	Variación de niveles del Pozo N°5	172
Figura 61:	Producción mensual del Pozo N°5	174

Figura 62:	Producción de caudales del Pozo N°6	176
Figura 63:	Variación de caudales del Pozo N°6	178
Figura 64:	Variación de niveles del Pozo N°6	178
Figura 65:	Producción mensual del Pozo N°6	181
Figura 66:	Producción de caudales del Pozo N°7	183
Figura 67:	Variación de caudales del Pozo N°7	184
Figura 68:	Variación de niveles en el Pozo N°7	185
Figura 69:	Producción mensual del Pozo N°7	187
Figura 70:	Producción de caudales del Pozo N°8	190
Figura 71:	Variación de caudales del Pozo N°8	191
Figura 72:	Variación de niveles de agua del Pozo N°8.....	193
Figura 73:	Producción mensual del Pozo N°8	195
Figura 74:	Producción de caudales del Pozo N°9	197
Figura 75:	Variación de caudales del Pozo N°9	199
Figura 76:	Variación de niveles de agua del Pozo N°9.....	200
Figura 77:	Producción mensual del Pozo N°9	202
Figura 78:	Producción de caudales del Pozo Terminal	205
Figura 79:	Variación de caudales del Pozo Terminal	206
Figura 80:	Variación de niveles de agua del Pozo Terminal	208
Figura 81:	Producción mensual del Pozo Terminal	210
Figura 82:	Producción de caudales del Pozo YB-08.....	212
Figura 83:	Variación de caudales.....	214
Figura 84:	Variación de niveles de agua del Pozo YB-08	215
Figura 85:	Producción mensual del Pozo YB-08.....	217
Figura 86:	Producción de caudales del Pozo YB-07.....	220
Figura 87:	Variación de caudales del Pozo YB-07	221
Figura 88:	Variación de niveles de agua del Pozo YB-07	223
Figura 89:	Producción mensual del Pozo YB-07.....	225
Figura 90:	Producción de caudales del Pozo YB-04.....	227
Figura 91:	Variación de caudales del Pozo YB-04	229
Figura 92:	Variación de niveles de agua del Pozo YB-04	230

Figura 93:	Producción mensual del Pozo YB-04.....	232
Figura 94:	Producción de caudales del Pozo YC-04.....	235
Figura 95:	Variación de caudales del Pozo YC-04	236
Figura 96:	Variación de niveles del Pozo YC-04.....	238
Figura 97:	Producción mensual del Pozo YC-04.....	240
Figura 98:	Producción de caudales del Pozo YC-34.....	242
Figura 99:	Variación de caudales del Pozo YC-34	244
Figura 100:	Variación de niveles de agua del Pozo YC-34	245
Figura 101:	Producción mensual del Pozo YC-34.....	247
Figura 102:	Producción de caudales del Pozo YC-03.....	250
Figura 103:	Variación de caudales del Pozo YC-03	251
Figura 104:	Variación de niveles de agua del Pozo YC-03	253
Figura 105:	Producción mensual del Pozo YC-03.....	255
Figura 106:	Producción de caudales del Pozo el Cárcamo	257
Figura 107:	Variación de caudales del Pozo el Cárcamo.....	259
Figura 108:	Variación de niveles de agua del Pozo el Cárcamo.....	260
Figura 109:	Producción mensual del Pozo el Cárcamo	262
Figura 110:	Gráfica de presiones del Pozo N°2.....	264
Figura 111:	Gráfica de cambios de presiones en el tanque del Pozo N°4	264
Figura 112:	Gráfica de cambios de presiones en el taque del Pozo N°9	265
Figura 113:	Gráfica Niveles Piezométricos de Pozo Independiente.....	266
Figura 114:	Gráfica Niveles Piezométricos de Pozo Chaqueño.	266
Figura 115:	Gráfica Niveles Piezométricos de Pozo 1500.	267
Figura 116:	Mapa de ubicación de los Pozos en el Municipio de Yacuiba	296
Figura 117:	Mapa de ubicación de los Pozos de Observación.....	297
Figura 118:	Mapa de ubicación de los Pozos que bombean directo al Cárcamo.....	298

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Detalle de los pozos	5
Tabla N° 2.	CENSOS 1992, 2001 y 2012 Yacuiba	24
Tabla N° 3.	Detalle de pozos de agua (Datos)	25
Tabla N° 4.	Detalle de las fuentes subterráneas que dotan agua a los usuarios dentro del área de servicio de EMAPYC.....	26
Tabla N° 5.	Coordenadas de pozos de agua (Datos).....	27
Tabla N° 6.	Parámetros climáticos promedios de Yacuiba.....	28
Tabla N° 7.	Selección y clasificación de pozos a ser evaluados.....	30
Tabla N° 8.	Ubicación pozo YC-04.....	31
Tabla N° 9.	Personal a cargo del pozo YC-04.....	31
Tabla N° 10.	Equipo a cargo del pozo YC-04.....	31
Tabla N° 11.	Resumen Estratigráfico del Pozo YC-04.....	32
Tabla N° 12.	Material empleado en la construcción del pozo	33
Tabla N° 13.	Datos para la prueba de bombeo de pozo YC-04	35
Tabla N° 14.	Resultados de la prueba de bombeo	36
Tabla N° 15.	Prueba de bombeo pozo YC-04.....	36
Tabla N° 16.	Recuperación del nivel pozo YC-04.....	39
Tabla N° 17.	Datos Iniciales pozo YC-04.....	41
Tabla N° 18.	Datos iniciales del pozo N°2	43
Tabla N° 19.	Datos iniciales del pozo N°4	45
Tabla N° 20.	Datos iniciales del pozo N°5	47
Tabla N° 21.	Datos iniciales del Pozo N°6	49
Tabla N° 22.	Datos iniciales del Pozo N°7	51
Tabla N° 23.	Datos iniciales del Pozo N°8	53
Tabla N° 24.	Datos iniciales del Pozo N°9	55
Tabla N° 25.	Datos iniciales del Pozo Terminal	57
Tabla N° 26.	Datos iniciales del Pozo YB-08.....	59
Tabla N° 27.	Datos iniciales del Pozo YB-07.....	61
Tabla N° 28.	Datos iniciales del Pozo YB-04.....	63
Tabla N° 29.	Datos iniciales del Pozo YC-04.....	65
Tabla N° 30.	Datos iniciales del Pozo YC-34.....	67
Tabla N° 31.	Datos iniciales del Pozo YC-03.....	69

Tabla N° 32.	Datos iniciales del Pozo el Cárcamo	71
Tabla N° 33.	Producción de caudales del Pozo N°2	73
Tabla N° 34.	Producción de caudales del Pozo N°4	74
Tabla N° 35.	Producción de caudales del Pozo N°5	75
Tabla N° 36.	Producción de caudales del Pozo N°6	76
Tabla N° 37.	Producción de caudales del pozo N°7	77
Tabla N° 38.	Producción de caudales del Pozo N°8	78
Tabla N° 39.	Producción de caudales del Pozo N°9	79
Tabla N° 40.	Producción de caudales del Pozo Terminal	80
Tabla N° 41.	Producción de caudales del Pozo YB-08.....	81
Tabla N° 42.	Producción de caudales del Pozo YB-07.....	82
Tabla N° 43.	Producción de caudales del Pozo YB-04.....	83
Tabla N° 44.	Producción de caudales del Pozo YC-04.....	84
Tabla N° 45.	Producción de caudales del Pozo YC-34.....	85
Tabla N° 46.	Producción de caudales del Pozo YC-03.....	86
Tabla N° 47.	Producción de caudales del Pozo el Cárcamo	87
Tabla N° 48.	Funcionamiento del Pozo N°2.....	88
Tabla N° 49.	Registro de niveles del Pozo N°2	89
Tabla N° 50.	Registro de caudales del Pozo N°2.....	90
Tabla N° 51.	Registro de volúmenes del Pozo N°2	91
Tabla N° 52.	Datos de mantenimiento del Pozo N°2.....	92
Tabla N° 53.	Funcionamiento del Pozo N°4.....	92
Tabla N° 54.	Registro de niveles del Pozo N°4	93
Tabla N° 55.	Registro de caudales del Pozo N°4.....	94
Tabla N° 56.	Registro de volúmenes del Pozo N°4	95
Tabla N° 57.	Mantenimiento del Pozo N°4	96
Tabla N° 58.	Funcionamiento del Pozo N°5.....	96
Tabla N° 59.	Registro de niveles del Pozo N°5	97
Tabla N° 60.	Registro de caudales del Pozo N°5.....	98
Tabla N° 61.	Registro de volúmenes del Pozo N°5	99
Tabla N° 62.	Mantenimiento del Pozo N°5	100
Tabla N° 63.	Funcionamiento del Pozo N°6.....	100
Tabla N° 64.	Registro de caudales del Pozo N°6.....	101

Tabla N° 65.	Registro de caudales del Pozo N°6.....	103
Tabla N° 66.	Registro de volúmenes del Pozo N°6.....	104
Tabla N° 67.	Mantenimiento del Pozo N°6.....	105
Tabla N° 68.	Funcionamiento del Pozo N°7.....	105
Tabla N° 69.	Registro de niveles del Pozo N°7.....	106
Tabla N° 70.	Registro de caudales del Pozo N°7.....	107
Tabla N° 71.	Registro de volúmenes del Pozo N°7.....	108
Tabla N° 72.	Mantenimiento del Pozo N°7.....	109
Tabla N° 73.	Funcionamiento del Pozo N°8.....	109
Tabla N° 74.	Registro de niveles del Pozo N°8.....	110
Tabla N° 75.	Registro de caudales del Pozo N°8.....	111
Tabla N° 76.	Registro de volúmenes del Pozo N°8.....	112
Tabla N° 77.	Mantenimiento del Pozo N°8.....	113
Tabla N° 78.	Funcionamiento del Pozo N°9.....	113
Tabla N° 79.	Registro de caudales del Pozo N°9.....	114
Tabla N° 80.	Registro de caudales del Pozo N°9.....	115
Tabla N° 81.	Registro de volúmenes del Pozo N°9.....	116
Tabla N° 82.	Mantenimiento del Pozo N°9.....	117
Tabla N° 83.	Funcionamiento del Pozo Terminal.....	118
Tabla N° 84.	Registro de niveles del Pozo Terminal.....	118
Tabla N° 85.	Registro de caudales del Pozo Terminal.....	119
Tabla N° 86.	Registro de volúmenes del Pozo Terminal.....	120
Tabla N° 87.	Mantenimiento del Pozo Terminal.....	121
Tabla N° 88.	Funcionamiento del Pozo YB-08.....	122
Tabla N° 89.	Registro de niveles del Pozo YB-08.....	122
Tabla N° 90.	Registro de caudales de Pozo YB-08.....	123
Tabla N° 91.	Registro de volúmenes del Pozo YB-08.....	124
Tabla N° 92.	Mantenimiento del Pozo YB-08.....	125
Tabla N° 93.	Funcionamiento del Pozo YB-07.....	125
Tabla N° 94.	Registro de niveles del Pozo YB-07.....	126
Tabla N° 95.	Registro de caudales del Pozo YB-07.....	127
Tabla N° 96.	Registro de volúmenes del Pozo YB-07.....	128
Tabla N° 97.	Mantenimiento del Pozo YB-07.....	129

Tabla N° 98.	Funcionamiento del Pozo YB-04	129
Tabla N° 99.	Registro de niveles del Pozo YB-04.....	130
Tabla N° 100.	Registro de caudales del Pozo YB-04	130
Tabla N° 101.	Registro de Volúmenes del Pozo YB-04.....	131
Tabla N° 102.	Mantenimiento del Pozo YB-04.....	132
Tabla N° 103.	Funcionamiento del Pozo YC-04	133
Tabla N° 104.	Registro de niveles del Pozo YC-04.....	133
Tabla N° 105.	Registro de caudales del Pozo YC-04	134
Tabla N° 106.	Registro de volúmenes del Pozo YC-04.....	135
Tabla N° 107.	Mantenimiento del Pozo YC-04	136
Tabla N° 108.	Funcionamiento del Pozo YC-34	137
Tabla N° 109.	Registro de niveles del Pozo YC-34.....	138
Tabla N° 110.	Registro de caudales del Pozo YC-34	138
Tabla N° 111.	Registro de volúmenes del Pozo YC-34.....	139
Tabla N° 112.	Mantenimiento del Pozo YC-34.....	140
Tabla N° 113.	Funcionamiento del Pozo YC-03	141
Tabla N° 114.	Registro de niveles del Pozo YC-03.....	142
Tabla N° 115.	Caudales del Pozo YC-03.....	142
Tabla N° 116.	Registro de volúmenes del Pozo YC-03.....	143
Tabla N° 117.	Mantenimiento del Pozo YC-03	144
Tabla N° 118.	Funcionamiento del Pozo el Cárcamo	145
Tabla N° 119.	Registro de niveles del Pozo el Cárcamo	146
Tabla N° 120.	Registro de caudales del Pozo el Cárcamo	146
Tabla N° 121.	Registro de volúmenes del Pozo el Cárcamo	147
Tabla N° 122.	Mantenimiento del Pozo el Cárcamo.....	148
Tabla N° 123.	Planilla para lecturación de pozos	150
Tabla N° 124.	Caudales de producción de Pozo N°2	152
Tabla N° 125.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°2	154
Tabla N° 126.	Niveles de agua del Pozo N°2	156
Tabla N° 127.	Volúmenes mensuales del Pozo N°2.....	157
Tabla N° 128.	Caudales de producción del Pozo N°4	159
Tabla N° 129.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°4	162
Tabla N° 130.	Niveles de agua del Pozo N°4	163

Tabla N° 131.	Volúmenes mensuales del Pozo N°4	164
Tabla N° 132.	Caudales de producción del Pozo N°5	167
Tabla N° 133.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°5	169
Tabla N° 134.	Niveles de agua del Pozo N°5	171
Tabla N° 135.	Volúmenes mensuales del Pozo N°5	172
Tabla N° 136.	Caudales de producción del Pozo N°6	174
Tabla N° 137.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°6	177
Tabla N° 138.	Niveles de agua del Pozo N°6	178
Tabla N° 139.	Volúmenes mensuales del Pozo N°6	179
Tabla N° 140.	Caudales de producción del Pozo N°7	181
Tabla N° 141.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°7	184
Tabla N° 142.	Niveles de agua del Pozo N°7	185
Tabla N° 143.	Volúmenes mensuales del Pozo N°7	185
Tabla N° 144.	Caudales de producción del Pozo N°8	188
Tabla N° 145.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°8	190
Tabla N° 146.	Niveles de agua del Pozo N°8	192
Tabla N° 147.	Volúmenes mensuales del Pozo N°8	193
Tabla N° 148.	Caudales de producción del Pozo N°9	195
Tabla N° 149.	Caudales medidos en el instante del Pozo N°9	198
Tabla N° 150.	Niveles de agua del Pozo N°9	199
Tabla N° 151.	Volúmenes mensuales del Pozo N°9	200
Tabla N° 152.	Caudales de producción del Pozo Terminal	203
Tabla N° 153.	Caudales medidos en el instante del Pozo Terminal	205
Tabla N° 154.	Niveles de agua del Pozo Terminal	206
Tabla N° 155.	Volúmenes mensuales del Pozo Terminal	208
Tabla N° 156.	Caudales de producción del Pozo YB-08	210
Tabla N° 157.	Caudales medidos en el instante del Pozo YB-08	213
Tabla N° 158.	Niveles de agua del Pozo YB-08	214
Tabla N° 159.	Volúmenes mensuales del Pozo YB-08	215
Tabla N° 160.	Caudales de producción del Pozo YB-07	218
Tabla N° 161.	Caudales medidos en el instante del Pozo YB-07	220
Tabla N° 162.	Niveles de agua del Pozo YB-07	221
Tabla N° 163.	Volúmenes mensuales del Pozo YB-07	223

Tabla N° 164.	Caudales de producción del Pozo YB-04.....	225
Tabla N° 165.	Caudales medidos en el instante del Pozo YB-04.....	228
Tabla N° 166.	Niveles de agua del Pozo YB-04.....	229
Tabla N° 167.	Volúmenes mensuales del Pozo YB-04.....	230
Tabla N° 168.	Caudales de producción del Pozo YC-04.....	233
Tabla N° 169.	Niveles de agua del Pozo YC-04.....	236
Tabla N° 170.	Volúmenes mensuales del Pozo YC-04.....	238
Tabla N° 171.	Caudales de producción del Pozo YC-34.....	240
Tabla N° 172.	Caudales medidos en el instante del Pozo YC-34.....	243
Tabla N° 173.	Niveles de agua del Pozo YC-34.....	244
Tabla N° 174.	Volúmenes mensuales del Pozo YC-34.....	245
Tabla N° 175.	Caudales de producción del Pozo YC-03.....	248
Tabla N° 176.	Caudales medidos en el instante del Pozo YC-03.....	250
Tabla N° 177.	Niveles de agua del Pozo YC-03.....	251
Tabla N° 178.	Volúmenes mensuales del Pozo YC-03.....	253
Tabla N° 179.	Caudales de producción del Pozo el Cárcamo.....	255
Tabla N° 180.	Caudales medidos en el instante del Pozo el Cárcamo.....	258
Tabla N° 181.	Niveles de agua del Pozo el Cárcamo.....	259
Tabla N° 182.	Volúmenes mensuales del Pozo el Cárcamo.....	260
Tabla N° 183.	Horas de funcionamiento de los pozos.....	263
Tabla N° 184.	Datos de pozos de observación.....	265
Tabla N° 185.	Sistematización de resultados gestión 2021.....	268
Tabla N° 186.	Comparación de datos del Pozo N°2.....	268
Tabla N° 187.	Comparación de datos del Pozo N°4.....	269
Tabla N° 188.	Comparación de datos del Pozo N°5.....	270
Tabla N° 189.	Comparación de datos del Pozo N°6.....	270
Tabla N° 190.	Comparación de datos del Pozo N°7.....	271
Tabla N° 191.	Comparación de datos del Pozo N°8.....	271
Tabla N° 192.	Comparación de datos del Pozo N°9.....	272
Tabla N° 193.	Comparación de datos del Pozo Terminal.....	272
Tabla N° 194.	Comparación de datos del Pozo YB-08.....	273
Tabla N° 195.	Comparación de datos del Pozo YB-07.....	274
Tabla N° 196.	Comparación de datos del Pozo YB-04.....	274

Tabla N° 197.	Comparación de datos del Pozo YC-04.....	275
Tabla N° 198.	Comparación de datos del Pozo YC-34.....	275
Tabla N° 199.	Comparación de datos del Pozo YC-03.....	276
Tabla N° 200.	Comparación de datos del Pozo el Cárcamo	276