



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO
AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE
SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO
CARABOBO**

Autores: González S. Santiago G.
Ramírez A. Carla M.

Urb. Yuma II, calle N°3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL
APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON
CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO
CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: González Santiago

C.I: V-24.547.467

Ramírez Carla

C.I: V-25.850.574

Tutor Académico: Ing. Angel Medina

San Diego, Octubre 2020



EL-L-008-2020-2CR(TG)

Valencia, 16 de octubre de 2020

Ciudadanos:
González S., Santiago J.
24.547.467
Ramírez A., Carla M.
25.850.574
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2020 de fecha 27-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado ***LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO, EDO CARABOBO*** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Ángel Medina C.I: 15.299.274 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dra. Zaida Osto

Decana (E) de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Oz/a.a.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Angel Medina portador de la cédula de identidad No. 15.299.274 en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por los ciudadanos González S. Santiago J. portador de la cédula de identidad No. 24.547.467 y Ramírez A. Carla M. portadora de la cédula de identidad No. 25.850.547, titulado **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, acepto la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación, según las condiciones de la Coordinadora de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes reglamentos

En San Diego, en el mes de Octubre del año 2020.

Angel J Medina P

C.I. V-15.299.274

C.I.V 149.464

Ing. Angel Medina.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego Octubre 2020

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben en esta acta, dejan constancia que el Proyecto factible de trabajo de grado **LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO**, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Ángel Medina		_____
Tutor Académico	Firma	Fecha
Ing. Alicia de Pizzella		<u>16-6-20</u>
Tutor Metodológico	Firma	Fecha

DEDICATORIA

A mis padres, que dieron todo su apoyo y esfuerzo posible por verme obtener este logro, por estar siempre cuando lo he necesitado, todo el cariño que me han dado y por formarme como persona y en parte como profesional.

Santiago González

A Dios, quien guía cada uno de mis pasos y me lleva de la mano con luz y misericordia.

A Dalibeth y Juan Carlos, mis héroes y razón de ser, juntos hemos logrado este nuestro gran sueño, son lo mejor de mi vida y la demostración de lo que significa amar incondicionalmente porque yo he sido la afortunada que ha recibido ese amor.

A mi familia, mi bendición más hermosa, a mis ángeles Casiano y Maria de los Ángeles quienes me habitan por siempre, a mi Abuela mágica nunca me dejas caer, a mis Hermanos, a mis Tíos por ser los más especiales del mundo y a mis Primos por sacar las mejores sonrisas y llenarme de cariño sincero.

A mis amigas, mi vida con ustedes sin duda es mucho más bonita, a Lalesska, Ivanés y Abrahiny desde niñas juntas, ahora compartimos la realización de nuestros sueños.

A mis Amiguitos de la Vida, va para ustedes con todo mi amor, todo lo vivido ha valido la pena, son parte esencial de este logro.

A todos esos seres únicos que son parte de mi vida y que me hacen una mejor persona con su presencia, a ustedes con todo mi cariño.

Carla Ramírez

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, primero que nada, a mis padres y mi hermana, por brindarme todo el apoyo y conocimiento posible a lo largo de mi vida, enseñarme a siempre superarme y mejorar en lo posible.

A mis amigos que me dio la universidad, que siempre han estado brindando apoyo, tanto dentro como fuera de las aulas, y creciendo como futuros profesionales, a Veruzka, Kaomy, Fátima, Jaurifer, Sebastián, Carlos, Roitmar, Boris y Oscar.

A mi compañera de tesis, que estuvo en todos los trasnochos de esta investigación, poniendo dedicación y preocupación por ella cada día.

A nuestro tutor el ingeniero Ángel Medina, por apoyarnos en este último tramo de la carrera, corregirnos para bien y brindarnos de conocimiento y aportes para nuestro trabajo final.

A Tania, que a pesar de todo siempre está para apoyarme en cada momento sin importar el lugar y situación en que nos encontremos.

A todos los profesores vi pasar por los pizarrones de las aulas, quienes, a pesar de la situación en el país, estuvieron en cada semestre con toda la dedicación y esfuerzo posible.

A las universidades que me formaron, la *Universidad de Carabobo*, que más que enseñarme la primera mitad de la carrera, influyó en mi formación como futuro ingeniero. Y la *Universidad José Antonio Páez*, que me abrió sus puertas para poder encaminarme en el resto de este camino.

Santiago González

Mi gratitud por sobren todas las cosas va dirigida a **Dios** quien me guarda en su amor y demuestra cada día de mi vida que junto a él todo es posible.

A mis padres, por su amor y entrega incondicional, no tengo palabras para expresarles lo afortunada que soy por tenerlos, y a sus parejas Ely y Rafael quienes solo me brindan lo mejor de ustedes.

A mi familia, la mejor del planeta por su apoyo y comprensión, en especial a mis tíos Alvarado y Alfrella por acogerme como una hija durante toda esta etapa, a mi tío Frank por su bondad cuando más la necesite, a mi primo Jesús David por no dudar en darme su apoyo y a Nereyda tus consejos y acciones marcaron este camino.

A mi casa de estudios la **Universidad José Antonio Páez** y a mis **Profesores** sin duda ustedes son parte fundamental de este logro cada uno ha dejado enseñanzas y recuerdos que siempre llevare conmigo.

A nuestro Tutor, Ing. Angel Medina desde que lo conocí se ganó mi admiración y afecto, supe de inmediato que quería que fuera quien guiara este trabajo de grado.

Al Ing. Oscar González, tu motivación y apoyo ha sido una constante que me ha permitido demostrar lo mejor de mí.

A mi compañero, Santiago González, eres la otra mitad de este trabajo de grado, a tu lado he aprendido un sin fin de cosas, gracias por compartir tu inteligencia y hacer este recorrido único, estoy segura te esperan las mejores oportunidades.

A mis amigos, ustedes son el regalo más increíble que pude recibir a lo largo de esta etapa Carlos, Jaurifer, Boris, Sebastián, Roitmar, Kaomy, Andrés, Veruzka, Andrea y Alain (Mis amiguitos de la vida). A Blas, Santos, Daniel y Leonardo, sin duda han sido una compañía maravillosa y necesaria.

Carla Ramírez

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento Del Problema	4
1.2. Formulación Del Problema	7
1.3 Objetivos De La Investigación	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4 Justificación de la investigación.....	8
1.5 Alcance y limitaciones	10
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	11
2.2 Bases teóricas	16
2.2.1 Lineamientos.....	16
2.2.2 Agua subterránea	16
2.2.2.1 Instrumentación para aguas subterráneas	17
2.2.3 Acuífero.....	18
2.2.4 Pozo perforado.....	19
2.2.4.1 Tipos de perforación.....	19
2.2.4.2 Parámetros evaluados durante una perforación	20
2.2.5 Etapas para la Construcción de Pozos de Agua Subterránea.....	21

2.2.5.1 Ubicación	21
2.2.5.2 Exploración	22
2.2.5.3 Perforación	23
2.2.5.4 Diseño.....	24
2.2.5.5 Tipos y selección de rejillas	26
2.2.5.6 Selección de la bomba.....	30
2.2.4.7 Construcción	31
2.2.5.8 Desarrollo y mantenimiento de pozos	32
2.2.5.9 Sistema de desinfección en pozos profundos.....	35
2.2.5.10 Factores que contribuyen a que un pozo sea ineficiente	35
2.2.6 Hidráulica de Pozos	36
2.2.7 Sostenibilidad	36
2.2.8 Urbanismo sostenible.....	37
2.2.9 Desarrollo sostenible	37
2.2.10 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	39
2.3. Bases legales.....	41
2.4. Definición de términos básicos	48

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	52
3.2 Nivel de investigación	52
3.3 Diseño de la investigación.....	53
3.4 Población y Muestra	54
3.5 Técnicas de recolección de datos	54
3.5.1 Revisión documental	55
3.5.2 Análisis de contenido.....	55
3.5.3 Encuesta.....	55
3.5.4 Entrevista	55

3.6 Instrumentos de recolección de datos.....	56
3.7 Técnica de análisis de datos	57
3.8 Fases de la investigación	58
3.8.1 Fase I “Diagnosticar la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en el municipio San Diego estado Carabobo”	58
3.8.2. Fase II “Analizar en el marco de la sostenibilidad, los criterios ambientales internacionales y nacionales que justifican la construcción de un pozo de agua”	58
3.8.3 Fase III “Establecer los parámetros locales para la construcción de un pozo de agua en el municipio San Diego estado Carabobo”	59
3.8.4 Fase IV “Proponer los lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles en el municipio San Diego”	59

IV RESULTADOS

4.1.1 Descripción de la zona de estudio	60
4.1.1.1 Delimitación geográfica.....	61
4.1.1.2 Población.....	61
4.1.1.3 Clima.....	63
4.1.1.4 Hidrología	66
4.1.1.5 Vegetación	66
4.1.1.6 Fauna.....	66
4.1.1.7 Áreas Bajo Régimen de Protección Especial.....	67
4.1.2 Diagnóstico de la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en la zona de estudio.....	67
4.1.3 Registro de los pozos en la zona de estudio.....	72
4.1.4 Calidad del recurso hídrico en la zona de estudio	74
4.1.5 Entrevista a entes locales responsables.....	75
4.1.6 Cuestionario dirigido a profesionales	75
4.1.7 Matriz FODA.....	76

4.2.1	Objetivos de desarrollo sostenible	77
4.2.1.1	Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	77
4.2.2	Importancia del agua.....	89
4.2.3	Uso sostenible de las aguas subterráneas.....	91
4.2.4	Características del agua potable.....	93
4.2.5	Sobreexplotación de acuíferos	95
4.2.6	Estudio de impacto ambiental.....	96
4.2.7	Referencias internacionales	97
4.2.8	Criterios nacionales para la construcción de pozos	98
4.3.1	Parámetros locales establecidos.....	104
4.3.2	Programa de recarga de acuíferos.....	106
4.3.3	Comparación y análisis de las respuestas	107
4.4.1	Etapas a desarrollar en la construcción de un pozo profundo.....	115
4.4.1.1	Localización	115
4.4.1.2	Sello sanitario.....	116
4.4.1.3	Perforación	116
4.4.1.4	Muestreo y columna litológica.....	117
4.4.1.5	Diseño del pozo.....	117
4.4.1.6	Perfil de diseño del pozo.....	118
4.4.1.7	Desarrollo del pozo	118
4.4.1.8	Eficiencia del pozo.....	119
4.4.1.9	Caudal óptimo de aprovechamiento.....	119
4.4.2	Operación de un pozo profundo	120
4.4.2.1	Observaciones y medidas diarias	120
4.4.2.2	Labores complementarias.....	120
4.4.2.3	Recomendaciones sobre problemas comunes de operación.....	121

4.4.2.4 Causas de la disminución de rendimiento de un pozo	122
4.4.3 Mantenimiento de pozos.....	124
4.4.3.1 Desinfección de pozos	127
4.4.3.2 Programación de mantenimiento preventivo	128
4.4.4 Control de calidad de las aguas subterráneas.....	130
4.4.5 Lineamientos para la construcción pozos profundos.....	130
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	136
5.2 Recomendaciones	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXOS	146
Anexo A: Áreas Verdes Desarrollables y Protegidas ZRU y ZRA/Hidrografía del Municipio San Diego.....	146
Anexo B: Ubicación y Usos de pozos Municipio San Diego, Estado Carabobo ..	147
Anexo C: Entrevista semiestructurada a entes locales responsables.....	148
Anexo D: Cartas de Validación d de instrumento para la elaboración del Trabajo de Grado.	152
Anexo E: Procedimiento para la explotación de las aguas subterráneas, Alcaldía de San Diego	162
Anexo F: Planilla de recaudos para tramite de “Autorización de perforación de pozo (Exploratorio), Ministerio de Ecosocialismo”	164
Anexo G: Cuestionario de preguntas a profesionales.....	165
Anexo H: Respuesta de las preguntas a profesionales	166

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1. Ejemplo de Sensor de burbujeo para nivel de agua.	17
Figura 2. Tipos de acuíferos.	18
Figura 3. Comparación de muestras con el registro eléctrico.	20
Figura 4. Rejilla de ranura continua.	27
Figura 5. Rejilla tipo persiana.	27
Figura 6. Rejilla de tubo ranurado.	28
Figura 7. Ubicación de las rejillas en función del registro eléctrico.	29
Figura 8. Desarrollo Sostenible.	38
Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible.	41
Figura 10. Ubicación del Municipio San Diego en el Mapa del Estado Carabobo. ...	60
Figura 11. Identificación de los Sectores del Municipio San Diego.	62
Figura 12. Densidad poblacional San Diego (2014).	63
Figura 13. Temperatura máxima y mínima promedio del Municipio San Diego.	64
Figura 14. Niveles de comodidad de la humedad del Municipio San Diego.	65
Figura 15. Velocidad promedio del viento del Municipio San Diego.	65
Figura 16. Esquema del suministro de agua (Sistema Regional del Centro I y II), por parte de HIDROCENTRO.	69
Figura 17. Porcentaje de uso de Pozos en el Municipio San Diego.	73
Figura 18. Porcentaje de gastos por actividad económica.	73
Figura 19. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (1,2,3,4)	83

Figura 20. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (8,9,10,11,12).	85
Figura 21. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (13,14,15).	86
Figura 22. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (16,17).	87
Figura 23. Diagrama de flujo del procedimiento establecido por la Alcaldía del Municipio San Diego.	105
Figura 24. Resultados de la pregunta Nro. 1 del Cuestionario.	107
Figura 25. Resultados de la pregunta Nro. 2 del Cuestionario.	108
Figura 26. Resultados de la pregunta Nro. 3 del Cuestionario.	109
Figura 27. Resultados de la pregunta Nro. 4 del Cuestionario.	109
Figura 28. Resultados de la pregunta Nro. 5 del Cuestionario.	110
Figura 29. Resultados de la pregunta Nro. 6 del Cuestionario.	111
Figura 30. Resultados de la pregunta Nro. 7 del Cuestionario.	112
Figura 31. Resultados de la pregunta Nro. 8 del Cuestionario.	113
Figura 32. Resultados de la pregunta Nro. 9 del Cuestionario.	113
Figura 33. Resultados de la pregunta Nro. 10 del Cuestionario.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
Tabla 1. Distancias mínimas exigidas para la ubicación de nuevos pozos	22
Tabla 2. Comparación de métodos exploratorios.....	23
Tabla 3. Métodos de perforación	23
Tabla 4. Ventajas y desventajas de los métodos de formación	24
Tabla 5. Diámetros recomendados en pozos.....	25
Tabla 6. Tipos de Rejillas	26
Tabla 7. Material recomendado para rejillas de pozos y sus aplicaciones.....	30
Tabla 8. Métodos mecánicos de limpieza y desarrollo de pozos	33
Tabla 9. Sustancias químicas para limpieza y desarrollo de pozos.....	34
Tabla 10. Estimado de la población del Municipio San Diego.....	62
Tabla 10. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) al cual pertenece el Municipio San Diego	67
Tabla 11. Fuentes de Abastecimiento del Estado Carabobo	69
Tabla 12. Componentes del Sistema Regional del Centro I.....	70
Tabla 13. Componentes del Sistema Regional del Centro II	71
Tabla 14. Suministro de agua potable por la red pública al Municipio San Diego.....	71
Tabla 15. Uso de pozos según actividad económica y caudales extraídos en el Municipio San Diego	72
Tabla 16. Análisis FODA de la investigación.....	76
Tabla 17. Características del agua potable.....	94

Tabla 18. Consolidación de los criterios nacionales y regionales para llevar a cabo la construcción de un pozo profundo.	99
Tabla 19. Identificación de potenciales impactos ambientales en la construcción de pozos profundos	131
Tabla 20. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase previa a la construcción	133
Tabla 21. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase durante la construcción	134
Tabla 22. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase posterior a la construcción (operación y control).....	135



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL
APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON
CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO
CARABOBO**

Autores: González, Santiago y Ramírez, Carla

Tutor: Ing. Angel Medina

Fecha: Octubre 2020

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito la elaboración de unos lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad en el municipio San Diego estado Carabobo. Para lograr así controlar bajo estándares de sostenibilidad la perforación indiscriminada que se lleva a cabo en la actualidad. Este estudio se realizó bajo la modalidad de proyecto factible, enmarcado en un diseño documental y de campo, con un nivel descriptivo. La población se define como infinita y la muestra de tipo censal. El desarrollo de los presentes lineamientos, se elabora a través de la aplicación de las técnicas de recolección de datos con sus respectivos instrumentos, como lo son entrevista semiestructurada empleada para obtener información del ente encargado (HIDROCENTRO), del mismo modo, se realiza el análisis documental y de datos, que comprende la revisión de las normas técnicas y ambientales y de carácter legal que rigen la práctica referente a pozos de agua, como también se efectúa una revisión a los parámetros nacionales e internacionales aplicados en el ámbito de la investigación, todo ello dentro del marco de la sostenibilidad ambiental. Una vez recopilada la información necesaria, se procede a proponer los lineamientos que garanticen un mecanismo actualizado y adaptado a exigencias que conlleva la puesta en marcha de proyectos de esta naturaleza.

Descriptor: recurso hídrico, pozos, sostenibilidad, lineamientos.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso que lo proporciona la madre naturaleza y es indispensable para el desarrollo de la vida, pues sin ella no existirían ni las plantas ni los animales, es más, ni el propio hombre sobreviviría en caso de no disponer del recurso agua. Aunque el agua ocupa el 75% de la superficie total del planeta, sólo un pequeño porcentaje que corresponde al 0,007% del volumen que representa es aprovechable para el consumo humano, pues un volumen considerable del agua total presente en la tierra no es apta para ser sometida a los diversos procesos de potabilización y convertirla en agua potable. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la escasez de agua “afecta a 4 de cada 10 personas en el mundo”. Además, señala que las fuentes de abastecimientos de agua disminuyen, mientras que el costo asociado a los procesos de abastecimiento y la demanda del recurso agua crecen a un ritmo alarmante e insostenible, y se prevé que en los próximos veinte años el promedio mundial de abastecimiento de agua por habitante disminuirá en un tercio, y se convertirá en un recurso costoso.

Las razones de la escasez de este preciado líquido, obedecen a muchos factores (naturales y antropogénicos) entre las cuales se puede mencionar: la desigual distribución natural del agua en el planeta, el cambio climático que se vive por la contaminación del medio ambiente y destrucción de la capa de ozono, la erosión, la tala de los bosques, el crecimiento de la población, el desarrollo urbanístico, la falta de gestión de los recursos hídricos, el aumento del uso del agua con fines industriales y domésticos, sumado a esto, la falta de conciencia sobre la magnitud del problema y la indiferencia de los dirigentes políticos, lo cual podría resumirse en el uso irracional del recurso agua.

Venezuela, no escapa a esta problemática, por lo que la perforación de pozos de agua para la explotación de las aguas subterráneas, ha ido en ascenso en los últimos

años, para con ello compensar la demanda requerida, así como las deficiencias presentes en los sistemas de abastecimiento que suplen del vital líquido a los diversos núcleos urbanos. Esta práctica actualmente se lleva a cabo de forma desmedida, sin cumplir con los requisitos que exige la ley y normas vigentes. Es por esto, que resulta importante tomar acciones para ejercer un control y monitoreo para que el mecanismo de materialización de un pozo se lleve a cabo de forma óptima.

En base a lo antes expuesto, se plantea el presente Trabajo de Grado referente a una propuesta de lineamientos para la construcción de pozos en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad. Puesto que es más que evidente y necesaria una adaptación y actualización a las condiciones actuales con previsión a futuro. El Municipio San Diego del Estado Carabobo no es la excepción a lo antes expuesto, debido a que la demanda del recurso hídrico se ha incrementado, esto como consecuencia directa de que el Municipio ha experimentado un marcado crecimiento a lo largo de los últimos años, en cuanto a los nuevos desarrollos residenciales, comerciales y/o industriales y la expansión de las zonas ya existentes.

Por lo cual, se busca minimizar el impacto que pueda causar la sobreexplotación de los acuíferos presentes en el área de estudio, mediante el desarrollo de los lineamientos planteados como tema central de esta investigación. Durante la realización del presente estudio, se evidencia el desarrollo de las diferentes fases metodológicas necesarias para cumplir con el objetivo general planteado todo mediante la sistematización del proceso constructivo de los pozos profundos y a través de la implementación las leyes y normas vigentes aplicables que permitan categorizar los aspectos más relevantes de la temática; en virtud de ello, se describe la estructuración del presente estudio:

En el Capítulo I se analiza lo referente a la problemática, partiendo desde su planteamiento y formulación, para luego definir los objetivos tanto general como específicos de la investigación, así como también se refleja la justificación delimitación y alcance de la misma. Por su parte, el Capítulo II describe las bases teóricas sobre las

cuales se apoya la investigación, las leyes y normativas a considerar, y la definición de términos básicos que contribuyen a la comprensión del tema en estudio.

Seguidamente se presenta el Capítulo III el cual abarca la metodología que se adoptó para dar cumplimiento a los objetivos trazados. Por lo tanto, se detalla el diseño, nivel y modalidad de investigación, junto con las características de la población y muestra del estudio, así como, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, y las fases metodológicas a implementar.

A continuación, en el Capítulo IV, se desarrollan las fases metodológicas mencionadas en el capítulo anterior, presentando así los lineamientos para la construcción de pozos con criterios de sostenibilidad para el Municipio San Diego. Y, por último, en el Capítulo V, se exponen las conclusiones y recomendaciones, las mismas, procedentes de la realización del presente Trabajo de Grado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento Del Problema

La salud, siempre ha sido una necesidad básica e indispensable para el desarrollo de cada individuo, por lo que el acceso a los servicios básicos como solución a los diferentes problemas que afectan diariamente a una población ha llevado un gran esfuerzo. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) “El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el crecimiento socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos”. El agua también forma parte fundamental de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente.

El agua es, además, una cuestión de derechos. A medida que asciende la población mundial, se genera una necesidad creciente de conciliar la competencia entre las demandas comerciales de los recursos hídricos para que las comunidades cuenten con lo suficiente para satisfacer sus necesidades, permitiendo el desarrollo del ser humano, en efecto, el agua y los sistemas de saneamiento no pueden estar separados. Ambos son vitales para reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones.

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que los mismos son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. En ella se exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, sobre todo aquellos en vías de desarrollo a proveer un suministro de agua potable y saneamiento saludable para todos.

Cabe destacar que Venezuela, ocupa el puesto número diez de países con mayores recursos hídricos, sin embargo, se evidencian poblaciones con ausencia de este servicio básico, generando problemas socioeconómicos, lo que ha motivado a la dotación del vital recurso, a través de mecanismos improvisados, como la perforación de pozos sin la debido permisología o las tomas ilegales, entre otras estrategias, por la necesidad de contar con el recurso agua, en localidades con menor infraestructura, aledañas, a las grandes ciudades. No obstante, a la población no se le puede dotar de agua cruda, sino que deben ser provistas de agua potable, sin embargo, no siempre ha sido el problema más grande, considerando que existen poblaciones que poseen plantas de tratamiento de agua potable, la problemática radica en que su funcionamiento presenta serias deficiencias, lo que conlleva al punto inicial, la ausencia de agua potable para consumo humano.

Ahora bien, en el Estado Carabobo, existe un sistema de abastecimiento de agua a lo largo de la región, comprendidas por diferentes embalses y redes de distribución, en la cual se contempla con fuentes de agua cruda de embalses construidos entre 1946 y 1995, siendo dichas fuentes: el Embalse Pao-Cachinche, el Embalse de Guataparó, el Embalse Pao Las Balsas y el Embalse de Canoabo. El suministro de agua potable en la mayor parte del Estado Carabobo se lleva a cabo a través del Sistema Regional del Centro, que se divide en el Sistema Regional del Centro I (SRC I) y el Sistema Regional del Centro II (SRC II),

Por su parte, el Sistema Regional del Centro I (SRC I), fue diseñado para suministrar agua potable a las poblaciones ubicadas en la región central del país, es decir parte del Estado Carabobo, Sur del Estado Aragua y parte del Estado Cojedes. Su fuente principal de abastecimiento es el Embalse Pao - Cachinche, el agua allí captada se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución. Como segunda y tercera fuente de abastecimiento se encuentra el Embalse Guataparó que se encuentra fuera de servicio desde hace un tiempo y Dique Toma Río Torito, los cuales funcionan como auxiliares del Embalse Pao – Cachinche.

Seguidamente, el Sistema Regional del Centro II (SRC II), que suministra agua a parte del Estado Aragua mediante dos conexiones con el antiguo Sistema Regional del Centro I, la primera en el sector Los Guayos frente al Centro Comercial Palmi II y la segunda en el sector Peaje de Palo Negro. Su fuente de abastecimiento es el Embalse Pao - Las Balsas, ubicado en las Galeras del Pao, Municipio El Pao de San Juan Bautista, en el Estado Cojedes. El agua captada del Embalse Pao - Las Balsas, se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Primaria, la cual bombea hacia la E/B N° 1 Principal y de allí a la E/B N°2 Principal. Finalmente, el agua es bombeada a la P/T Baldó Soules para su tratamiento, ubicada en el sector Noguera del Municipio Carlos Arvelo del Estado Carabobo.

Entre los municipios, que abastece el Sistema Regional del Centro II se encuentra el Municipio San Diego, que presenta una elevada demanda del recurso agua, debido al constante crecimiento poblacional tanto en zonas urbanas como rurales. El suministro por parte del Embalse Pao – Las Balsas, en los últimos años ha presentado diversos inconvenientes, que se traducen en un déficit del cumplimiento de la demanda de la red de abastecimiento a la cual debe suplir los requerimientos de agua potable. Al ser un sector que crece de manera constante, muchas zonas, ya sean residenciales o comerciales se ven obligados a explotar el agua de acuíferos mediante la construcción de pozos subterráneos, pues las condiciones del agua subterránea normalmente son mejores para el aprovechamiento en distintos usos.

Si bien es cierto, que existen según el decreto 2048, realizado el 24 de septiembre de 1997, unas disposiciones jurídicas que permiten el control y la vigilancia de las obras que conforman los sistemas de obras de captación de agua, destinada al suministro de agua potable, resulta importante que dichas disposiciones sean actualizadas debido al período de tiempo transcurrido desde su elaboración, en el cual se han suscitado diversos cambios, que ameritan una modernización. Ya que, en consecuencia, actualmente la construcción de los pozos perforados, se lleva a cabo de forma indiscriminada, siendo producto del incumplimiento de un procedimiento que se debe desarrollar de forma rigurosa y que solo las empresas responsables lo realizan.

Destacando que para proceder a la construcción del mismo se debe contar con la autorización del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, del mismo modo es lo que se denomina la factibilidad de servicio emitida por el organismo encargado del abastecimiento público regional de agua que corrobore que no se encuentra en condiciones de prestar dicho servicio, además la factibilidad de servicio de Corporación Eléctrica Nacional, S.A. (CORPOELEC). Dichos procesos administrativos y de permisología para la construcción y regulación de obras de captación de tipo pozo profundo como lo representa la Ley de Aguas y su reglamento, se ha desvirtuado, motivado a la falta de un mecanismo que permita la auditoria de la necesidad de la construcción de un pozo de agua.

1.2. Formulación Del Problema

¿Cómo generar una metodología de control para la construcción de pozos profundos en el municipio San Diego que obedezcan a criterios de sostenibilidad ambiental?

1.3 Objetivos De La Investigación

1.3.1. Objetivo General

Elaborar unos lineamientos para la construcción de pozos profundos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad, Municipio San Diego Estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en el municipio San Diego estado Carabobo.
- Analizar en el marco de la sostenibilidad, los criterios ambientales internacionales y nacionales que justifican la construcción de un pozo profundo de agua.
- Establecer los parámetros locales para la construcción de un pozo profundo de agua en el municipio San Diego estado Carabobo.

- Proponer los lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles en el municipio San Diego.

1.4 Justificación de la investigación

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta. Los seres humanos dependen de su disponibilidad no sólo para el consumo doméstico, sino también para el funcionamiento y la continuidad de las actividades socioeconómicas. Visto de esa forma, el presente trabajo de investigación plantea el desarrollo de lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad para el municipio San Diego, logrando así minimizar considerablemente la perforación indiscriminada que se lleva a cabo en la actualidad; resultando necesario una normativa que permita la auditoria de la necesidad de la construcción de un pozo de agua, de igual forma, poder controlar y regular su proceso constructivo y posterior operación y mantenimiento.

Evitando el uso irracional del agua subterránea ya que puede afectar drásticamente los presentes en el área, disminuyendo la cantidad de agua disponible para ser aprovechada, en vista de una sobreexplotación de los mismos. De igual manera, se puede reducir la cantidad de agua que un acuífero puede almacenar, provocando afectaciones a los estratos del suelo colindantes con el acuífero. Si el agua de las lluvias no logra llegar a los acuíferos, estos no serán recargados, todo esto conlleva a que las generaciones futuras se enfrenten a una crisis debido a la falta del vital líquido.

Como se afirma en el reportaje Perforan pozos clandestinos en Venezuela, por escasez de agua, realizado por INFOBAE (2018).

La mayoría de los pozos privados se perforan clandestinamente. La ley exige un permiso antes de que comience la perforación, pero el papeleo puede tomar hasta dos años, y pocos están dispuestos a esperar. Cuando los funcionarios se entrometen, los condominios buscan al mejor conectado de ellos para que arregle las cosas.

A través de ello, se evidencia como la necesidad del vital recurso, cuya ausencia ni siquiera es por días o meses, es hasta por años, se traduce en graves consecuencias

como la perforación clandestina, producto de la frustración por la falta de agua. Del mismo modo en un texto elaborado por Vanessa Davies para el portal informativo Contrapunto, el presidente de la Asociación Venezolana de la Industria de las Aguas Subterráneas Jaime Gallardo, expresa: resalta que “La apertura de pozos es una moda, producto de una gran necesidad” al igual que “Los municipios no tienen competencias legales sobre la apertura de los pozos”.

Con respecto al estado Carabobo, destaca el artículo del diario El Carabobeño, Comunidades en Valencia improvisan peligrosos pozos profundos para paliar la falta de agua.

Entre las comunidades de capital carabobeña se ha popularizado cada vez más una peligrosa práctica para paliar la falta de agua potable. Se trata de la creación de tomas artesanales de agua o pozos profundos, sin la realización de estudios geofísicos y químicos previos, potenciando así los riesgos de contaminación e interferencia entre los pozos ya existentes. (Arteaga, 2020)

Esto se ve sustentado en una encuesta sobre las condiciones de los servicios públicos realizada por la ONG La Gente Propone.

en abril, 92% reportó fallas y solo 8% señaló contar permanentemente con el servicio. La consulta reveló que del total de los que reportaron fallas en el suministro de agua potable, alrededor de 18% buscó solventar el problema a través de perforaciones artesanales de pozos profundos en sus viviendas, sin las evaluaciones de un estudio de factibilidad técnica adecuado.

Sin duda estas prácticas ponen en una situación de riesgo la salud de los ciudadanos, y son muestras del déficit en la cantidad y calidad del suministro del agua en el estado, puesto que de la capacidad instalada en la planta de tratamiento Alejo Zuloaga para 6.000,00 l/s de agua apenas se está generando 2.500,00 l/s. De igual modo, el Embalse Pao Cachinche, principal fuente de abastecimiento de agua potable del área metropolitana de Valencia, y de otras poblaciones de Carabobo y Aragua, recibe las aguas contaminadas del Río Cabriales y del Lago de Valencia (por medio de un transvase) siendo conducidas desde el Embalse Pao Cachinche hacia la planta de

tratamiento Alejo Zuloaga, demostrando su afectación sobre la calidad del recurso hídrico.

1.5 Alcance y limitaciones

Esta investigación generará un aporte significativo tanto para Hidrológica del Centro, C.A (HIDROCENTRO) como también para la Alcaldía de San Diego permitiéndoles incorporar a su base de datos un estudio actual, sirviendo de esta manera para corregir y prevenir consecuencias graves a futuro. De igual forma, se debe resaltar que el presente Trabajo de Grado solo establecerá unos lineamientos bases, siendo importante considerar dicha investigación como la apertura para el desarrollo de estudios posteriores que la complementen, sirviendo como plataforma de datos para estudiantes y profesores.

Sin embargo, debido al escenario donde se está llevando a cabo el desarrollo de esta investigación, presenta limitantes, entre las cuales como principal, destaca el brote de COVID-19, el cual fue clasificado como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11 de marzo de 2020, debido a su propagación por todo el mundo, en Venezuela específicamente se dictó cuarentena nacional, el 17 de marzo de 2020 causando con ello restricción para poder llevar a cabo la visita a los entes competentes que pueden brindar información para sustentar el presente trabajo; igualmente se debe mencionar las deficiencias que presentan los servicios públicos en el país, ocasionando retrasos y dificultando así la fluidez de la misma. Como es el caso de la gasolina en el país, lo reseña la BBC en un reportaje realizado por su corresponsal en Venezuela el 6 de abril de 2020

La escasez de gasolina es un problema crónico desde hace años en Venezuela, pero la llegada de la pandemia de coronavirus lo ha agravado en el peor momento y ya incluso en la capital, Caracas, normalmente bien abastecida, resulta casi imposible repostar. (Olmo)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan estudios previos, lo cuales guardan relación al tema en cuestión, sirviendo así de reseña, permitiendo que a través de los mismo se pueda sustentar el desarrollo de la investigación en curso.

Colón, Mata. (2016), en su Trabajo de grado titulado “**Propuesta para mejorar el abastecimiento de agua potable en el sector Los Guayabitos del municipio Naguanagua mediante la incorporación de un pozo profundo**”, presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Civil. El tipo de investigación que se implemento fue descriptivo con un diseño de campo dentro de la modalidad proyecto factible.

Teniendo como propósito elaborar una propuesta para mejorar el abastecimiento de agua potable en el Sector de Los Guayabitos del municipio Naguanagua mediante la incorporación de un pozo profundo. Se empleo como instrumento de recolección de datos, la encuesta bajo la modalidad de cuestionario, conformado por siete preguntas dicotómicas siendo estas aquellas que tienen dos posibles respuestas y una pregunta abierta. Se trabajó con una muestra no probabilística y accidental, siendo del 25% de los habitantes del sector Los Guayabitos del Municipio de Naguanagua.

De acuerdo con el análisis de los resultados, propone la ubicación del pozo, para el cual se calculó la demanda requerida por la población, así mismo se propone el diámetro de tubería de revestimiento y de columna de agua del pozo, además de su profundidad y tipo de tubería según el perfil litológico, el volumen de grava necesario y, por último, la bomba sumergible seleccionada. La relación existente entre la investigación antes mencionada y la presente investigación se encuentra en que ambas

tienen como problemática el ineficiente servicio del suministro del recurso hídrico en un municipio del estado Carabobo, involucrando una obra de ingeniería hidráulica diseñada para cubrir las necesidades de agua de una comunidad, haciendo referencia a los pozos profundos. Sin embargo, es importante que su construcción se lleve a cabo sin llegar a la sobreexplotación de los acuíferos, destacando que es necesario implementar unos lineamientos que en el marco municipal permitan controlar y justificar la construcción del mismo.

Jiménez, A. (2016), en su investigación titulada **“Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo”**, presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Civil. Muestra que el sector Brisas del Mayei de Vigirima presenta deficiencia en el abastecimiento de agua potable por causas que no están claramente definidas. Con la finalidad de determinar el problema se estudió la condición actual de las estructuras que conforman el sistema y se analizó la red de distribución determinando las pérdidas y presiones de la misma.

Como resultado se obtuvieron presiones negativas en los ramales más cercanos al tanque de almacenamiento a causa de la poca carga estática disponible entre éste y los nodos de mayor cota además de la pérdida significativa generada por el diámetro de la tubería dispuesto. También fueron evaluados las variables hidrometeorológicas del municipio Guacara mediante la interpolación de data obtenida de estaciones ubicadas alrededor del mismo obtenido con esto un volumen englobado mensual del agua que queda en los suelos de dicho municipio concluyéndose que el mayor aporte de gasto se evidencia en el mes de agosto.

Por otra parte, fueron estimados los caudales aportados por las fuentes y el gasto de diseño requerido para dicho sector determinándose que el caudal afluente no es suficiente para suplir la demanda. Finalmente se evalúan las características de los componentes del sistema para definir si poseen las dimensiones correctas y en función a estos aspectos se ha planteado la propuesta de rehabilitación del sistema.

El citado estudio guarda relación con la investigación en desarrollo, puesto que hace notar que desde hace algunos años el sistema de abastecimiento de agua potable presentan fallas, que conllevan a tomar medidas en pro de suplir la demanda de una población, las mismas involucran una solución, que, sin embargo, para uno de los casos es un plan de rehabilitación, pero se puede decir que actualmente esta opción ha sido cambiada por la construcción de pozos profundos, generando que su realización se lleve a cabo de forma clandestina sin tomar en cuenta la seguridad, por el incremento exponencial que la demanda del recurso hídrico ha tenido en la gran mayoría de los municipios del estado Carabobo.

Rodríguez, E. (2017), en su trabajo titulado **“Perforación y terminación de pozos profundos para agua potable en el estado de México”** presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Petrolero del Instituto Politécnico Nacional. Expone de forma particular los criterios para la construcción de un pozos profundos para la extracción del agua subterránea, basado en investigación bibliográfica como el seguimiento operativo de campo durante la realización de un proyecto comenzando con la prospección geofísica, siendo un conjunto de técnicas físicas y matemáticas aplicadas a la exploración del subsuelo para la búsqueda y estudio de yacimientos de sustancias útiles; para continuar con, la perforación del estrato de interés mediante sistemas de rotación, proceso de entubado o ademe, aforo y cálculo del equipo de bombeo, considerando así los aspectos legales de mayor relevancia para la construcción de pozos.

Y para el caso práctico se dio seguimiento durante todo el proceso de construcción del pozo *“Tlapacoya”* en el municipio de Ixtapaluca, estado de México, así como una revisión del funcionamiento del equipo, recopilación de secuencia operativa, desempeño y al finalizar se elaboró un análisis comparativo del proyecto de gabinete con los resultados obtenidos en campo.

Ahora bien, este trabajo representa un aporte significativo al nivel de conocimiento y alcance, para la investigación en curso, puesto que cuenta con un detallado proceso de ejecución tanto teórico y práctico en lo que respecta la perforación

de pozos de agua, brindando así la oportunidad de tomar referencias a la hora de establecer lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea.

Ibáñez, Sandoval. (2015), en su trabajo titulado “**Diseño de sistemas de pozos para la captación de agua subterránea: caso de estudio La Mojana**”, presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad Católica de Colombia. El contenido de esta investigación consta de la caracterización de la región de La Mojana, recopilación de información con respecto a métodos y tecnologías para la captación de agua subterránea y finalmente de un diseño de un pozo para la captación de la misma en el acuífero del Morroa. Se presentan algunas metodologías aplicadas en otros países para la extracción de agua del subsuelo, teniendo en cuenta la zona de estudio, la calidad del agua y las técnicas preliminares a la aplicación de método.

Escogiendo el método de Buenos Argentina teniendo una similitud con las aplicaciones relacionadas con el Ejército Nacional de Colombia con el método Geoeléctrico, usando la resistividad eléctrica para conocer las capas del suelo permeables e impermeables y la profundidad a la que se encuentra el nivel freático de la zona. con el fin de elegir el sistema más apropiado de acuerdo a las necesidades de la región. Finalmente se origina un diseño adaptándolo a las condiciones del acuífero.

Demostrando con ello, que el estudio previo es determinante para garantizar la protección del acuífero involucrado. De igual modo, funciona para elegir de acuerdo a la necesidad de la comunidad, el sistema más adecuado. Viéndolo desde este punto de vista el desarrollo de nuevos lineamientos que contemplen estos factores para llevar a cabo la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad en el Municipio San Diego estado Carabobo, es de gran importancia ya que es necesario adaptarse a los avances que se han producido en cuanto a la práctica de la construcción de los mismo se refiere, y del igual forma las nuevas ordenanzas que a nivel internacional consideran para así considerar como optimo su proceso, sin perjudicar los elementos involucrados.

Tazola, V. (2015), en su investigación titulada “**Estudio de factibilidad de uso del agua subterránea para riego en las microcuencas de Achacachi y Pucarani del altiplano norte del departamento de La Paz**” presentado como requisito parcial para optar por el título de Maestro en Ciencias en Manejo Sostenible del Agua y Riego en Zonas Áridas de la Universidad Mayor de San Andrés. Fue realizada con el objetivo de establecer la factibilidad técnica y económica de uso del agua subterránea en el riego como una alternativa para incrementar la producción agrícola de la zona.

Debido a las diversas dificultades sociales, técnicas y económicas que impiden un mayor acceso a los sistemas de riego con fuentes superficiales, procurando establecer una alternativa técnica, económica, sostenible y socialmente viable para el uso del agua subterránea en la producción agrícola.

La evaluación para determinar la capacidad potencial de uso del agua subterránea para el riego fue realizada tomando en cuenta los reportes de la profundidad de perforación, estratigrafía, abatimiento, altura de filtro, permeabilidad, el caudal y la calidad físico químico obtenidos durante la construcción del pozo. Obteniendo que la mayor factibilidad del uso del agua subterránea tanto en calidad físico químico y caudal en las microcuencas estudiadas corresponden a la zona de almacenamiento siendo restringido su uso en la zona de aforo próximas al lago Titicaca por la presencia de arcillas y limos debido a que los parámetros físico químicos sobrepasan los límites establecidos y el registro de bajos caudales.

En lo que respecta, a lo anteriormente expuesto, se puede resaltar un aspecto que permite establecer conexión con la investigación que se está llevando a cabo y es lo sostenible, este criterio que actualmente ha tomado mucha fuerza, resulta imprescindible, a la hora de realizar un estudio de factibilidad de este tipo. Por lo tanto, es considerado como parte fundamental en el desarrollo de lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea.

2.2 Bases teóricas

Según indican Baptista et al. (citados en Mora, 2017), para poder contextualizar y dar sustento a una investigación es necesario presentar un compendio de teorías, conceptos y planteamientos, previamente analizados, que demuestren el estado de los conocimientos referidos a las variables en estudio. Por ello, en el proyecto de investigación se consideraron las siguientes bases teóricas:

2.2.1 Lineamientos

Según el Diccionario Sensagent la palabra lineamiento quiere decir “Cada uno de los pasos, reglas, objetivos, etc, que se establecen con el fin de organizar, regular o lograr el desarrollo de algo o alguien”.

2.2.2 Agua subterránea

El término agua subterránea no se refiere a un agua cualquiera que se encuentre por debajo de la superficie del terreno. Es el agua que se encuentra en las rocas, sean consolidadas o no. El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial pero no toda se convierte en agua subterránea. Tres son los hechos fundamentales que ocurren con esta agua:

- Una primera fracción es retenida en la franja intermedia del suelo. Su función es la de hidratar la tierra, y eventualmente es devuelta a la atmósfera por evaporación.
- Una segunda parte, es absorbida por las raíces de las plantas que crecen en el suelo, ingresando de nuevo a la atmósfera a través del proceso de transpiración.
- Por último, el agua que se ha infiltrado en el suelo, desciende por la fuerza de gravedad hasta alcanzar el nivel de la zona de saturación que constituye el depósito de agua subterránea o acuífero y que abastece de la misma a los pozos. (García, V. 2003).

Una vez, definido este término, y conocido los hechos fundamentales que ocurren con el agua subterránea, es importante saber cuáles son los instrumentos que se

emplean en el manejo de la misma.

2.2.2.1 Instrumentación para aguas subterráneas

En la última década se han implementado nuevas tecnologías que abren nuevas posibilidades para elegir el mejor sensor de nivel para aguas subterráneas. Dentro de los sensores normalmente se encuentran sensores de presión piezorresistivos y los sensores de presión capacitivos, los cuales permiten una medida más confiable y precisa.

“La Universidad Técnica de Munich (el profesorado de hidráulica e ingeniería del agua) y experiencias en el mercado desde el siglo XIX, han conducido a la conclusión de que deben diseñarse soluciones eficientes y efectivas en el costo, para cumplir con los requisitos de las aplicaciones actuales”. Teniendo en cuenta lo señalado se puede hablar de los principales requisitos de los equipo e instrumentación para las tomas de muestras de aguas es que debe ser confiable operacionalmente.

Comercialmente se puede considerar dentro de la instrumentación los sensores de nivel por burbujeo (Ver Figura 1), estos equipos son altamente confiables y de costo moderado, su límite está en las variaciones de aguas subterráneas. La medición de nivel en aguas subterráneas cuenta con muchas opciones en el mercado, pero una de las mejores opciones cuyos principios hidráulicos son ideales para las aguas subterráneas son dichos sensores. (Ibáñez, Sandoval. 2015).



Figura 1. Ejemplo de Sensor de burbujeo para nivel de agua.

Fuente: http://ecociencia.com.pe/productos_posts/sensor-de-burbujeo-para-nivel-de-agua/

2.2.3 Acuífero

Un acuífero es un estrato natural permeable y poroso que tiene capacidad de almacenar agua y permitir su movimiento en todas las direcciones dentro de dicho estrato. Las aguas almacenadas en los acuíferos tienen su origen en la infiltración o recarga de aguas superficiales, provenientes de lluvias, ríos, lagos y lagunas. Los acuíferos se clasifican en: Freáticos y Artesianos. (Ver Figura 2)

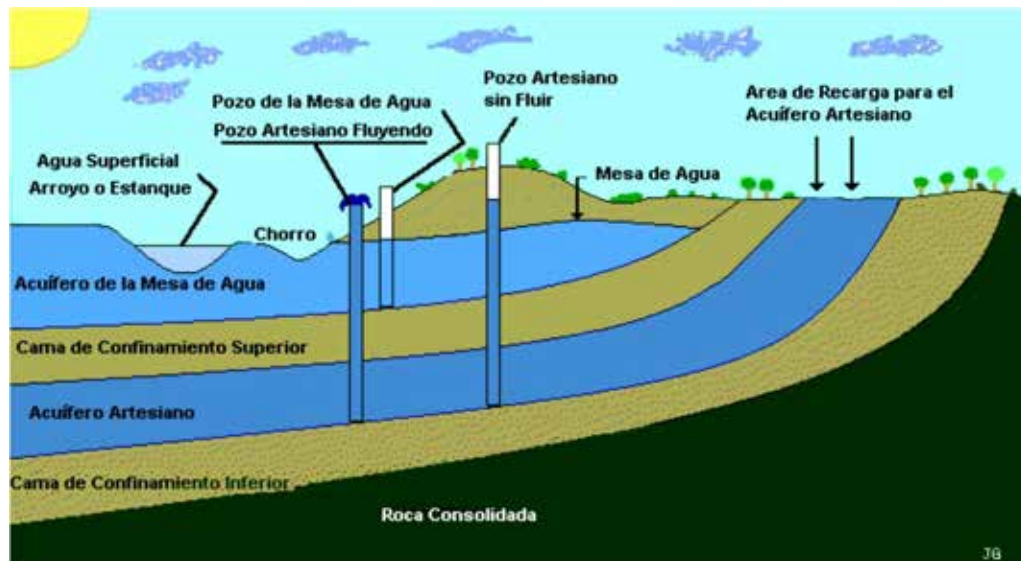


Figura 2. Tipos de acuíferos.

Fuente: <http://pasture.ecn.purdue.edu/>

- Acuífero Freático: Es aquel acuífero donde su límite superior queda definido por el nivel de agua sometido a presión atmosférica (nivel freático), tal como si estuviese contenida en recipiente abierto. Este tipo de acuífero se puede denominar acuífero no confinado o acuífero libre. En cualquier nivel dentro del acuífero freático o libre, la presión hidrostática es equivalente al peso de la columna de agua y se expresa en metros de agua. La superficie freática no es una superficie estacionaria, sino que fluctúa periódicamente, elevándose cuando más agua penetra hasta la zona de saturación (lluvia) y descendiendo en períodos de sequía.
- Acuífero Artesiano: Es aquel que se encuentra confinado, es decir, que

yace entre estratos impermeables que se encuentran por encima y por debajo del mismo. Este tipo de acuífero se puede denominar acuífero confinado o agua subterránea confinada. Debido a la presencia del estrato superior, el agua del acuífero no se encuentra expuesta a la presión atmosférica, como se observa en la figura 2. Así pues, el agua se ubica dentro de los poros del acuífero a una presión mayor a la atmosférica. Cuando se perfora un pozo a través de un estrato confinante superior y se penetra dentro del acuífero artesiano, el agua asciende por dentro del pozo hasta alcanzar algún nivel cuya elevación se halla por encima del techo del acuífero. El nivel del agua dentro del pozo equivale a la presión artesianas del acuífero. (García, V. 2003).

Al hacer referencia al termino acuífero, se establece de inmediato la conexión con el concepto de pozo, por lo tanto, se debe continuar, estableciendo el significado del mismo.

2.2.4 Pozo perforado

"Obra de ingeniería destinada a captar las aguas subsuperficiales o subterráneas para ser elevadas total o parcialmente al sitio de utilización". (Decreto N° 36.298, Pág. 2).

2.2.4.1 Tipos de perforación

Según López, N. (2000):

- Perforación rotativa por circulación directa: Es la perforación que se realiza mediante la penetración de una barrena giratoria, montada en la extremidad de un conjunto de tubos accionada desde la superficie mediante un sistema mecánica o hidráulico. El fluido de perforación (agua, agua-aire, aire, lodo liviano) baja por gravedad entre la pared de la perforación y los tubos y regresa a la superficie por el interior de los tubos, succionado por bombas especiales.
- Perforación por percusión: Es la que se realiza mediante la penetración de

un cincel apropiado el cual, dejado caer desde una altura adecuada, fractura el material que constituye la formación a perforarse. El material triturado se extrae periódicamente mediante un tubo especial con válvula de fondo Bayler.

2.2.4.2 Parámetros evaluados durante una perforación

Según Colón, Mata. (2016):

- Perfil litológico: Es la descripción ordenada del material de los estratos litológicos sucesivos encontrados durante la perforación, con indicación de las cotas superior e inferior de cada estrato. Puede ser complementado con la representación gráfica de los materiales de los estratos, según la simbología de las diferentes rocas.
- Registro eléctrico: Es la técnica por medio de la cual se introduce un instrumento sensible dentro de un pozo para obtener un gráfico representativo de las características eléctricas de las rocas y de los fluidos contenidos por ellas. (Ver Figura 3)

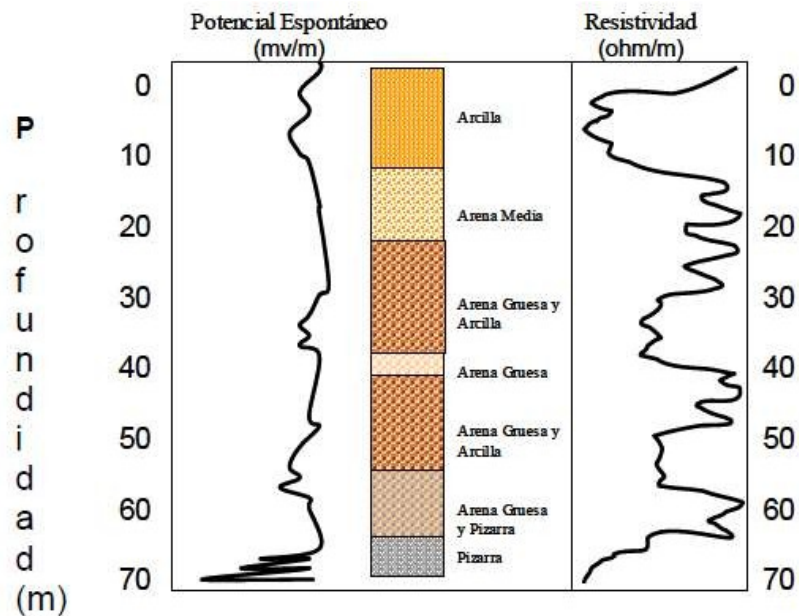


Figura 3. Comparación de muestras con el registro eléctrico.

Fuente: García, V. (2003)

- Empaque de grava: Es un filtro artificial de arena limpia o grava de tamaño de grano y gradación seleccionada, este se coloca en el espacio anular entre la tubería de captación y la pared del pozo. El espesor de la empacadura no deberá ser menor de cinco (5) centímetros, la grava será limpia, redonda, esférica con contenido de sílice o cuarzo en un 95%, con granos de superficie lisa y sin fractura, sin partículas aplanadas, o alargadas, no más de 10% en peso.

2.2.5 Etapas para la Construcción de Pozos de Agua Subterránea

2.2.5.1 Ubicación

Según García, V. (2003): Encontrar la ubicación correcta para un pozo que produce un buen abastecimiento de agua durante todo el año, suele ser trabajo para hidrólogos, geólogos, geofísicos y en ocasiones ingenieros sanitarios. Previamente a los estudios de exploración de inspección; la ubicación del sitio adecuado para la construcción de un nuevo pozo se basa en dos herramientas fundamentales, las cuales son: inventario de pozos existentes y los indicios en la superficie.

- El inventario de pozos puede suministrar información acerca de los pozos en funcionamiento, su profundidad y caudal de producción, y de los pozos fuera de funcionamiento, proporcionando conocimiento sobre las causas por las que dejó de funcionar (deficiencia en el flujo o caudal de producción).
- Indicios de superficie: Se examinan con mayor detalle las características superficiales que se habían notado en previas revisiones de planos topográficos y fotos aéreas. Entre las características que podrían proporcionar indicios valiosos se encuentran los accidentes de terreno, la estructura de la red hidrográfica, los manantiales, los lagos y la vegetación.
- Distancias para la ubicación de pozos: Los sitios seleccionados para la ubicación de pozos de agua subterráneas, cuyas aguas se pretendan

utilizar para consumo humano deberán cumplir con las siguientes distancias mínimas exigidas por la norma. (Normas Sanitarias para la Ubicación, Construcción, Protección y Mantenimientos de Pozos Perforados Destinados al Abastecimiento de Agua Potable. Gaceta Oficial N° 36.298, Septiembre 1997), como se observa en la siguiente tabla. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Distancias mínimas exigidas para la ubicación de nuevos pozos

Zona	Distancia (m)
Plantas industriales	30
Calles, linderos, sótanos de edificaciones	10
Pozos Existentes	> 50
Granjas avícolas, porcinas, establos y Caballerizas	100

Fuente: Normas Sanitarias para la Ubicación, Construcción, Protección y Mantenimientos de Pozos Perforados Destinados al Abastecimiento de Agua Potable. Gaceta Oficial N° 36.298. (1997).

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

2.2.5.2 Exploración

Existen distintos métodos de exploración, los cuáles se encargarán de determinar las características geoelectricas del subsuelo, y a partir de ellas diferenciar los principales intervalos arenosos, de la evaluación de estos parámetros se define la zona más favorable para la perforación de nuevos pozos. Según el departamento de ingeniería hidráulica, de la facultad de ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (UCV), en el marco de desarrollo de aguas subterráneas expone una tabla comparativa de los métodos exploratorios. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Comparación de métodos exploratorios

Tipo de zona	Método	Principio	Ventajas	Desventajas
Zonas Industrializadas	Perforación Exploratoria	Perforación del terreno	Observación de los materiales encontrados bajo la superficie	Requiere maquinaria pesada y se perfora el terreno a profundidades comprendidas desde 50 hasta 200 metros
	Estudio de Resistividad	Medición de corriente eléctrica de las formaciones (sondeos resistivos)	Permite conocer la presencia de agua en los estratos sin necesidad de perforar	Los resultados se ven afectados por tuberías y materiales conductores encontrados en la zona a explorar

Fuente: “Desarrollo de Aguas Subterráneas”. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

2.2.5.3 Perforación

Existen varios métodos para perforar pozos de agua. Éstos se relacionan con los diseños del pozo y los requisitos particulares de tubería y rejillas. Según el autor Screens, J en sus publicaciones de “El agua subterránea y los pozos” permite comprender los distintos métodos de perforación, mostrando sus ventajas y desventajas. De igual forma Valencia, M (2013) muestra las ventajas y desventajas de los métodos de perforación, pero con respecto al tipo de formación. (Ver Tabla 3 y 4)

Tabla 3. Métodos de perforación

Métodos de perforación	Ventajas	Desventajas
Método de percusión	Ideal para acuíferos poco profundos en terrenos duros.	Ineficiente con la profundidad y en terrenos blandos.
Método de circulación inversa de lodos	El acuífero ayuda en la perforación; el pozo queda limpio al perforarlo.	Limitado con la profundidad, o con materiales gruesos sueltos.

Método roto percusión	Adecuado para terrenos rocosos duros.	Tiene restricciones con la profundidad y con el diámetro.
Método rotatorio con circulación directa de lodos	La perforación se realiza con brocas de diferentes tipos de aceros, que se utilizan según el tipo de formación que va a ser perforada.	Requiere de la torre de perforación del taladro para apoyo.

Fuente: "El Agua Subterránea y los Pozos" Publicaciones Johnson Screens.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Tabla 4. Ventajas y desventajas de los métodos de formación

Tipo de formación	Método de formación	Ventajas	Desventajas
Consolidadas	Percusión Hidráulica	Se obtienen muestras compactas de las formaciones	Pozos de uso doméstico de menor diámetro. Su uso queda restringido a suelos arcillosos
	Rotación hidráulica	La perforación es más rápida. Utiliza diferentes tamaños de brocas dependiendo del material. El muestreo resulta más fácil	Necesita un control continuo del lodo de perforación
No Consolidadas (suaves)	Percusión con herramienta y cable	Se logra un muestreo exacto del material perforado. Se necesita menos agua para la operación que en los métodos hidráulicos	Ocurren derrumbes del pozo con frecuencia por lo que se debe ir entubando a medida que se va perforando. La perforación es muy lenta
	A hinca	No necesita máquina de Perforación. Es económico y rápido	Sólo para suelos arcillosos. No se obtienen muestras de los estratos

Fuente: Construcción de pozos de agua. Valencia, M. (2013)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

2.2.5.4 Diseño

El diseño de un pozo de agua implica escoger los factores dimensionales apropiados para la estructura de éste y de los materiales que se van a utilizar en su construcción, implica escoger los factores dimensionales apropiados para la estructura del pozo profundo y de los materiales que se van a utilizar en su construcción.

Ü Diámetro del pozo

Su escogencia va a depender de los siguientes dos factores: (Ver Tabla 5)

- El ademe o tubo ciego del pozo debe ser lo suficientemente amplio que permita acomodar la bomba con tolerancia adecuada para su instalación y eficiente funcionamiento.
- El diámetro del intervalo de captación del pozo debe ser tal que garantice una buena eficiencia hidráulica del mismo.

Tabla 5. Diámetros recomendados en pozos

Caudal (l/s)	Diámetro de la bomba (pulg)	Diámetro óptimo del ademe (pulg)	Diámetro mínimo del ademe (pulg)
Menor que 4	4	8 DI	5 DI
5 a 12	5	10 DI	6 DI
10 a 25	6	12 DI	8 DI
22 a 42	8	16 DI	10 DI
38 a 57	10	20 DE	12 DI
53 a 83	12	24 DE	14 DE
75 a 113	14	28 DE	16 DE
100 a 200	16	32 DE	20 DE

Fuente: “El Agua Subterránea y los Pozos” Publicaciones Johnson Screens.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Ü Profundidad total del pozo

La profundidad que se espera darle al pozo se establece por lo general mediante los datos de pozos existentes (si los hay) o mediante registros litológicos o eléctricos realizados en el período de exploración. Normalmente el pozo se termina en el fondo del acuífero, debido a dos razones:

- Se utiliza mayor espesor del acuífero como intervalo de captación del pozo.
- Puede obtenerse mayor abatimiento disponible, permitiendo un mayor caudal de descarga.

Una condición que hace no seguir las razones antes mencionadas, es hallar agua de mala calidad en la parte inferior del acuífero. En caso tal, el pozo deberá completarse hasta una profundidad que excluya esa agua y obtener así la mejor calidad que se

encuentre disponible, esto no debería suceder si se siguen las normas de distancia para pozos anteriormente mencionadas.

2.2.5.5 Tipos y selección de rejillas

Un factor determinante en el funcionamiento de un pozo, es el diseño y construcción de la rejilla. Una rejilla adecuadamente diseñada combina un alto porcentaje del área abierta para el flujo relativamente libre dentro del pozo, con potencia suficiente para resistir las fuerzas a las que pueda estar sujeta la rejilla durante su instalación en el pozo y después de ella. Las aberturas de la rejilla, preferiblemente deberán tener una forma que facilite la entrada al flujo dentro del pozo, y a la vez dificulte a las partículas pequeñas alojarse permanente en ella restringiendo en sí el paso del flujo. A continuación, se mencionan varios tipos de rejillas de pozo. (Ver Tabla 6) (Ver Figura 4-6)

Tabla 6. Tipos de Rejillas

Tipo de Rejillas	Ventajas	Desventajas
Ranura Continua	Debido al diseño de su abertura el material fino no la puede obstruir. Brinda más área de captación por metro, que otros tipos.	Se fabrican en secciones de 3 metros de largo. Pueden romperse al momento de su instalación.
Tipo Persiana	Se fabrican hasta 12 metros de largo.	Porcentaje de área abierta reducido. No se puede usar en pozos con filtro de grava.
Tubo Ranurado	Se usa como sustituto improvisado de rejillas.	El porcentaje de área abierta es bajo. Las aberturas son inexactas y varían de tamaño. No se recomienda para materiales finos.

Fuente: "El Agua Subterránea y los Pozos" Publicaciones Johnson Screens.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)



Figura 4. Rejilla de ranura continua.

Fuente: <https://www.linkedin.com/pulse/captaci%C3%B3n-de-agua-subterr%C3%A1nea-la-rejilla-ranura-monsalve-lagonell>

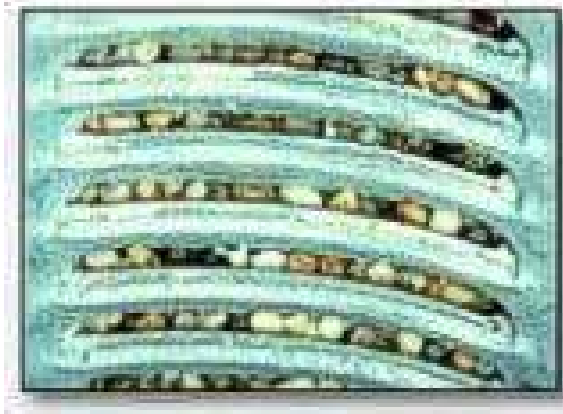


Figura 5. Rejilla tipo persiana.

Fuente: <https://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=748>



Figura 6. Rejilla de tubo ranurado.

Fuente: <http://fertiriegos.com/fichas-tecnicas/tuberias-para-pozos.pdf>

- **Abertura de la Rejilla:** se debe contar con un conocimiento del método de selección de las aberturas de la rejilla, como lo son El objeto del desarrollo de un pozo es retirar el material más fino en la mayor cantidad posible de una zona alrededor del pozo, la cual tiene lugar en la rejilla y fuera del revestimiento, con el fin mejorar la capacidad específica y la eficiencia del mismo. Por lo tanto, el tamaño limitante del material que se retira, determina el tamaño de las aberturas de las ranuras de la rejilla.
Para determinar el tamaño limitante, primero debe llevarse a cabo un análisis del tamaño de la partícula de la capa acuífera, determinando a través de tamices el porcentaje de material retenido en las mallas de éstos (granulometría). La rejilla debe tener la mayor apertura posible que sea compatible con la retención del paquete de filtro en un pozo con envoltorio de grava o con el material de la formación en los pozos sin estos envoltorios.
- **Longitud y ubicación de la rejilla:** depender directamente del estudio

litológico y del eléctrico dado por la perforación de exploración. En aquellos estratos en donde la resistividad sea mayor, debe ir colocada una rejilla, para aumentar el área de captación de agua.

Con respecto a la longitud, esta va a depender de la profundidad que tengan los estratos más permeables. En el caso de rejillas de ranura continua que son fabricadas en segmentos de 3 metros, debe ajustarse a los estratos, utilizando múltiplos de tres. (Ver Figura 7)

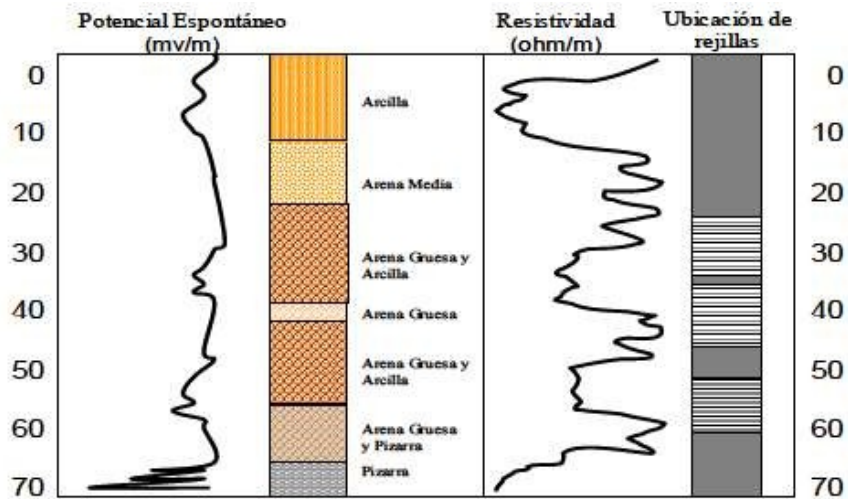


Figura 7. Ubicación de las rejillas en función del registro eléctrico.

Fuente: García, V. (2003)

- Selección del material de la rejilla: existen tres aspectos que predominan al momento de seleccionar el material que son el contenido mineral del agua a explotar, presencia de jaleas bacterianas, resistencia del material de la rejilla y el costo.
- El contenido mineral del agua subterránea se obtiene mediante un análisis químico. Este estudio revela si el agua del subsuelo es corrosiva o incrustante, esta información se obtendrá de los pozos existentes en la zona, lo que variará la selección del material; los materiales más utilizados y recomendados por los fabricantes, se muestran a continuación. (Ver Tabla 7)

Tabla 7. Material recomendado para rejillas de pozos y sus aplicaciones

Metal Aleación	Composición Nominal	Aplicaciones Sugeridas
Monel	70 % níquel 30 % cobre	Alto Cloruro. Oxígeno disuelto.
Acero Inoxidable	74% acero 18 % cromo 8% níquel	Sulfuro de hidrógeno. Oxígeno disuelto. Dióxido de carbono. Bacteria ferrosa.
Everdur	96% cobre 3% sílice 1% manganeso	Alta dureza total. Alto cloruro. Alto contenido de hierro. Resistente a los tratamientos con ácido.
Bronce Rojo al Silicio	83% cobre 16% zinc 1% sílice	Usado para las mismas condiciones del EVERDUR, pero inferior y no tan resistente.
Hierro ARMCO	99,84 % hierro puro (doblemente galvanizado)	No es resistente a la corrosión. Es utilizado en agua neutra.
Acero	99,35 / 99,72% hierro 0,09 / 0,15 % carbono 0,20 / 0,50% manganeso (doble galvanización)	Se recomienda en aguas no corrosivas, ni incrustantes.

Fuente: “Desarrollo de Aguas Subterráneas”. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

2.2.5.6 Selección de la bomba

Una vez completado el pozo, deberá instalarse algún tipo de bomba para elevar el agua y llevarla hasta el punto de uso. En lo que a pozos subterráneos se refiere existen dos formas de clasificar las bombas: de pozo somero y de pozo profundo.

Las primeras se colocan por encima del pozo y toma el agua de este mediante aspiración. Las segundas se instalan dentro del ademe del pozo y por lo general con la campana sumergida por debajo del nivel de agua. Estas últimas son las más utilizadas en pozos para fines industriales, ya que manejan caudales de hasta 100 l/s. Por lo general las bombas de pozo profundo son centrífugas sumergibles verticales.

La selección adecuada de una bomba para su instalación en un pozo comprende la consideración de varios factores. El primer factor que debe considerarse debe ser, necesariamente, el rendimiento de un pozo. Pese a lo evidente que parece, no es posible

extraer más agua de un pozo que la cantidad determinada por su rendimiento máximo, por lo tanto, es riesgoso escoger una bomba cuya capacidad de descarga sea más grande que lo que rendirá el pozo.

2.2.4.7 Construcción

Una vez concluidas las labores de perforación y diseño, el paso siguiente es unir los resultados de las secciones anteriores y construir el pozo. El término construcción incluye la construcción de la protección sanitaria, colocar el entubado previamente diseñado y colocar el filtro grava.

Ü Protección sanitaria

Según la Gaceta Oficial N° 36.298 de septiembre de 1997 de las Normas Sanitarias para la Protección de Pozos Perforados Destinados al Abastecimiento de Agua Potable, en los Artículos 36 y 37 se ordena:

1. Esta construcción sellada deberá llevarse hasta alguna formación subsuperficial impermeable que esté confinado al acuífero, o hasta una profundidad segura por debajo del nivel dinámico o de bombeo previsto.
2. El material del sello sanitario deberá ser concreto.
3. Las dimensiones del sellado varían de acuerdo a las condiciones del terreno.

Aquellos pozos construidos en terrenos arenosos deberán tener un sello sanitario de 6 m de profundidad como mínimo y los elaborados en suelos arcillosos, deberán disponer de 8 m con respecto al espesor, actualmente HIDROCENTRO solicita 10 m, este espesor podrá oscilar entre 5 y 15 cm.

Ü Filtro de grava

El pozo construido con un filtro de grava artificial, difiere del que se ha desarrollado de forma natural, ya que la zona periférica del pozo se ha hecho más permeable para facilitar el acceso del agua hacia el pozo. El filtro de grava también es útil para fijar el ademe al terreno durante la instalación.

La importancia de los filtros de grava radica en que actúan como un ente filtrante, evitando así la acumulación de sólidos dentro del pozo y preservando la vida útil de las rejillas.

2.2.5.8 Desarrollo y mantenimiento de pozos

Según García, V. (2003):

El desarrollo y el mantenimiento de pozos coinciden en presentar las mismas técnicas de procedimiento, con la diferencia de que el desarrollo se lleva a cabo justo cuando se ha completado la perforación del pozo y se hace para limpiarlo y dejarlo listo para comenzar a usar. El objetivo principal del desarrollo es eliminar todo el lodo de perforación que pudo quedar adherido a las paredes del pozo impidiendo la entrada del flujo de agua, y para preservar la vida útil del pozo, es necesario aplicar un mantenimiento preventivo.

Dicho mantenimiento asegura:

- Restituir la porosidad y permeabilidad de la formación natural en los alrededores del pozo.
- Estabilizar la formación granular en torno a la rejilla, de manera que el pozo descargue agua libre de arena.
- Eliminar incrustaciones y precipitaciones de hierro en las inmediaciones de la rejilla y extraer las acumulaciones de sólidos dentro del pozo.
- Remover formaciones orgánicas. Existen métodos mecánicos para remover incrustaciones superficiales, y métodos químicos en los que se utilizan sustancias que permiten eliminar incrustaciones fuertes y material de los estratos, además de remover materia orgánica que se haya formado, cabe destacar que la aplicación de las sustancias químicas se realiza mediante la ayuda de los métodos mecánicos, ayudando así a una limpieza profunda.

Durante la limpieza de los pozos se realiza la remoción de incrustaciones que se forman en los conductos de agua que impiden el paso de esta hacia el pozo, las diferentes formas de incrustación incluyen las siguientes:

- Por precipitación de carbonato y sulfatos de calcio y magnesio (Incrustación Tipo A).

- Por precipitación de compuestos de hierro y manganeso (Incrustación Tipo B).
- Por gelatina producida por bacterias ferrosas (Incrustación Tipo C).
- Deposición de materiales como limo y arcillas (Incrustación Tipo D).
- Se debe recalcar que las dos primeras incrustaciones (Tipo A y B) sólo dependen de calidad del agua del acuífero, y las dos últimas (Tipo C y D) por falta o mal mantenimiento preventivo de los mismos.

Los métodos de limpieza más comunes son: agitación con aire, agitación con agua, Sonar-Jet, baqueteo y pistoneo. (Ver Tabla 8)

Tabla 8. Métodos mecánicos de limpieza y desarrollo de pozos

MÉTODO	PRINCIPIO	CARACTERÍSTICAS
Agitación con aire	Inyección de aire mediante un tubo aductor instalado dentro del pozo. El aire entra a presión y agita el agua removiendo el material precipitado.	El aire sube rápidamente, por lo que el periodo de aplicación debe ser más prolongado. Es el más económico. Desaloja material depositado en el fondo de los pozos. Útil solo para limpieza. (Incrustación Tipo D)
Agitación con agua ó Hidrofracturación	Se extrae la tubería de bombeo y se introduce una tubería con un cabezal fijo, que dispone de orificios por donde sale el agua.	Limpia y dispersa el material formado en el filtro de grava. Incrementa la porosidad y permeabilidad de la zona que rodea la rejilla. Elimina las películas orgánicas formadas en el pozo Es el más costoso de los tres tratamientos mecánicos. Útil para limpieza y desarrollo. (Incrustación Tipo D)

MÉTODO	PRINCIPIO	CARACTERÍSTICAS
Sonar – Jet	Se concentra la presión con ondas de choque por lo que la limpieza es más profunda.	Destruye las formaciones de puentes en el filtro de grava y remover películas orgánicas o incrustantes de las rejillas y tubería ciega del pozo. (Incrustación Tipo C)
Baqueteo	Introducir una “barra” que posee orificios y guayas horizontales (cepillos), el que se hace girar en las secciones de las rejillas.	Elimina incrustaciones superficiales en todas las secciones de rejillas, gran efectividad por el contacto metal-metal. Útil sólo para limpieza. (Incrustación Tipo A, C y D)
Pistoneo	Por medio de un pistón con movimientos verticales, se agita la sustancia química, generalmente polifosfato.	Limpia y dispersa los materiales incrustados (Incrustación Tipo C y D) y durante el desarrollo elimina el lodo de perforación.

Fuente: García, V. (2003)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

La forma de aplicación de las sustancias químicas para el mantenimiento y limpieza de pozos, es directa y con un tiempo de acción aproximado de 24 horas ya que hay pozos que requieren hasta 72 horas, para luego ser removidos mediante agitación con agua.

Las sustancias más usadas se muestran a continuación: (Ver Tabla 9)

Tabla 9. Sustancias químicas para limpieza y desarrollo de pozos

Sustancia	Acción
Ácido clorhídrico inhibido	Disuelve incrustaciones de carbonato de calcio de forro y rejillas. (Incrustación Tipo A y B)
Peróxido de Hidrógeno	Elimina películas orgánicas y depósitos de hierro. (Incrustación Tipo B y C)
Cloro	Elimina bacterias
Polifosfato	Rompe y dispersa los materiales incrustados como óxido de hierro, limos y arcillas, y durante el desarrollo, restos de lodo de perforación.

Fuente: García, V. (2003)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

2.2.5.9 Sistema de desinfección en pozos profundos

Es muy importante entregar agua libre de gérmenes patógenos para disminuir la incidencia de enfermedades de origen hídrico y mejorar las condiciones de salubridad de la población, en especial la del medio rural, donde el uso de fuentes subterráneas es más frecuente.

El medio rural es quizá, uno de los sectores menos atendido en los programas de desarrollo y políticas que mejoren la calidad de vida, una mejora en la calidad del agua significa mejor salud, mayor productividad, por lo cual es importante discutir adecuados sistemas de desinfección para las comunidades.

En pequeños sistemas de abastecimiento de agua, se recurre a métodos ingeniosos de desinfección, debido a que en muchas oportunidades no es posible instalar equipos sofisticados, donde la mano de obra es local, sin experiencia en sistemas más complejos. En tal sentido, son comunes los sistemas de cloración con hipoclorito de sodio, para lo cual es necesario disponer un área para la colocación de las bombonas que contienen gas, que mediante tubería es inyectado al agua a la salida del manifold del pozo profundo.

En el caso de disponer del área requerida, se dispone de un tanque de solución concentrada y un tanque de solución a dosificar con flotante, una bomba dosificadora, que mediante manguera de descarga es inyectada a la tubería matriz de aducción. (Colón, Mata 2016).

2.2.5.10 Factores que contribuyen a que un pozo sea ineficiente

- Proceso de perforación: La permeabilidad alrededor de excavación disminuye, cualquiera sea el procedimiento que se utilice. La compactación y el endurecimiento con arcilla suceden con el método de circulación inversa. Cuando se reduce la permeabilidad de un acuífero, se necesita más presión para mover el agua a través de la pared de la perforación hacia dentro del pozo. Esta presión adicional se traduce en mayor abatimiento.

- Interferencia: Cuando la distancia entre los pozos es menor que la anchura de extracción, y estos se encuentran sobre la misma línea de agua subterránea, se presentan fenómenos de interferencia, lo cual trae como consecuencia disminución en el nivel de bombeo, disminución en la producción del pozo y recuperación del nivel estático en un mayor periodo de tiempo. (García, V 2003).

2.2.6 Hidráulica de Pozos

Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida, permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera. Que tan adecuadamente se logra este propósito, es algo que depende de los siguientes puntos:

- Una aplicación inteligente de los principios de la hidráulica en el análisis del pozo y del comportamiento del acuífero.
- La destreza de perforar y construir pozos, lo que permite tomar ventaja de las condiciones geológicas.
- Una selección de los materiales que asegure una larga duración de la estructura.

2.2.7 Sostenibilidad

Según la ONU define el desarrollo sostenible “como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Por lo tanto, el mismo busca un equilibrio entre el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. Es por ello que el 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años.

En consecuencia, resulta importante, para el desarrollo de la investigación en curso tomar en cuenta el objetivo 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión

sostenible y el saneamiento para todos, ya que actualmente el reparto del agua no es el adecuado y para el año 2050 se espera que al menos un 25% de la población mundial viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. De igual forma el Objetivo 11, expresa: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, debido a que se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión urbanas.

2.2.8 Urbanismo sostenible

El urbanismo sostenible, es un proceso de gestión cuya finalidad es mejorar las condiciones actuales y futuras de las comunidades, sin desmejorar las condiciones medioambientales de la comunidad o ciudad. Se debe prestar especial atención al ahorro energético, del agua y de los recursos, a la gestión de los residuos y a la creación de un entorno agradable a partir de una red de zonas verdes. Así mismo, debe minimizar las distancias de traslado entre vivienda, trabajo y equipamientos, y promover el desplazamiento en transporte colectivo.

El urbanismo sostenible es concebido en función del desarrollo de ciudades sostenibles. Como expone Lobo, Quintero (2007), una ciudad sostenible debe permitir “el equilibrio entre la sostenibilidad del ambiente natural, la equidad social y las inversiones que hacen la economía”.

De igual forma, Cilento (2007), menciona que para lograr un desarrollo urbano sostenible en Venezuela se debe lograr reactivar la planificación urbana concertada (gobierno-ciudadanía); la mejora continua de la calidad de vida, la creación de espacios públicos, la seguridad de bienes y personas, la eliminación de la vulnerabilidad y riesgos en los barrios pobres donde se encuentra el 50% de la población; el mejoramiento de redes de acueductos, alcantarillado y drenajes en la mayoría de las ciudades y la mejora de las condiciones operativas y de mantenimiento en las redes de vialidad y el transporte público.

2.2.9 Desarrollo sostenible

En 1987 surge la primera definición del desarrollo sostenible donde se presenta por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU el famoso

Informe Brundtland titulado “Nuestro Futuro Común” con el propósito de encontrar medios prácticos para revertir los problemas ambientales y de desarrollo en el mundo.

La importancia del Informe, no solo reside en el hecho de lanzar el concepto de desarrollo sostenible, definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, sino que este fue incorporado a todos los programas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para luego celebrarse en Junio de 1992 en Río de Janeiro la “Segunda Cumbre de la Tierra” donde se estableció un nuevo modelo de desarrollo basado en el Informe Brundtland de cuál surge la Agenda 21 que establece una serie de normas para implantar un desarrollo sostenible social, económico y medio ambiental, dando origen a importantes documentos que en conjunto han cambiado toda la perspectiva ambiental hasta entonces desarrollada. (Ver Figura 8)



Figura 8. Desarrollo Sostenible

Fuente: https://www.tes.com/lessons/D0ubM_FYule0bA/desarrollo-sostenible

Dos importantes antecedentes al concepto de desarrollo sostenible se producen: en 1968 se crea el llamado “Club de Roma”, integrado por destacados científicos,

políticos, empresarios y economistas, promotores de un crecimiento económico más estable y equilibrado para todos los países. Este grupo presenta en 1971 su primer informe, titulado “Los límites del crecimiento”, elaborado por un grupo de científicos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). El informe, pronosticaba severos problemas de contaminación, pérdida de tierras cultivables y escasez de recursos energéticos entre otros, estimando críticamente el crecimiento económico como objetivo global de la humanidad. El otro evento significativo, fue la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Suecia en 1971, la cual se considera marca el inicio del movimiento medioambientalista mundial. La Declaración de la Conferencia proclamó que la humanidad es tanto obra como artífice del medio que la rodea, el cual le brinda el sustento material y la oportunidad para lograr su crecimiento intelectual, moral, social y espiritual.

Se enfatiza que no es suficiente para el Desarrollo Sostenible ampliar las variables económicas, se requiere considerar necesidades humanas tales como salud y educación, aire y agua limpias, protección de bellezas naturales y atención a los grupos más desfavorecidos que pueden presionar el medio natural. El desarrollo económico y el social pueden resultar no excluyentes y el incremento de los gastos en salud y educación puede contribuir a elevar el Producto Interno Bruto (PIB) y la productividad.

Satisfacer las necesidades humanas elementales se recalca como objetivo central del desarrollo sostenible. La más básica de las necesidades es disponer de un trabajo que permita asegurar la subsistencia. Crear fuentes de empleo con un ingreso que permita satisfacer las necesidades básicas, es un desafío que debe encarar cualquier proyecto de desarrollo sostenible. Junto con ello, se deben satisfacer los índices básicos de alimentación, energía, acceso a agua potable, educación, salud, sanidad y vivienda. Sobre cada uno de estos aspectos, existen indicadores específicos que permiten su evaluación.

2.2.10 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se gestaron en la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Desarrollo Sostenible,

celebrada en Río de Janeiro en junio de 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo.

Los ODS sustituyen a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), con los que se emprendió en 2000 una iniciativa mundial para abordar la indignidad de la pobreza. Los ODM eran objetivos medibles acordados universalmente para hacer frente a la pobreza extrema y el hambre, prevenir las enfermedades mortales y ampliar la enseñanza primaria a todos los niños, entre otras prioridades del desarrollo.

En enero de 2013 se creó el Grupo de Trabajo Abierto (GdTA) formado por 30 miembros e integrado por representantes designados por los Estados miembros de los cinco grupos regionales de la ONU. En septiembre de 2014 se presenta un informe con una propuesta de los que podrían ser los Objetivos de Desarrollo Sostenible, señalando que no se trata de nuevos objetivos, sino que son una continuidad de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para poder terminar lo que comenzó en su día y lanzar una plataforma para una nueva agenda, el informe se presentó de manera oficial a finales de 2014. Este grupo de expertos, tras las numerosas reuniones en las que participaron instituciones gubernamentales, agencias de la ONU, representantes de entidades privadas y organizaciones de la sociedad civil, ha propuesto que sean 17 para su discusión, reformulando los anteriores y añadiendo otros nuevos como la lucha contra la desigualdad y la mejora de las ciudades y las infraestructuras. De esos 17 objetivos, con sus 169 metas, nacerán los definitivos con los retos a abordar hasta 2030 en la búsqueda de un mundo mejor. (Ver Figura 9)



Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Fuente: <https://es.unesco.org/sdgs>

2.3. Bases legales

Cuando se hace referencia a las bases legales, se puede definir como el conjunto de normas y leyes que rigen algún procedimiento o acciones de un conjunto de individuos. Según Aponte, N. (2010), establece que las bases legales: “Son los elementos que estiman procedencia para construir una organización o institución, estableciendo una serie de requisitos legales para la conformación del mismo” (p. 31). Dicho de otra forma, sería, un conjunto de leyes, reglamentos y normas de carácter legal y jurídico que servirán de guía para regir la temática de la investigación en curso.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.880

Artículo 127°: Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres

vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Artículo 128°: El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

Lo expuesto, se traduce en la ordenanza de un cumplimiento que como ciudadanos debemos respetar, ello comprende, la preservación del entorno natural que nos rodea y que indiscutiblemente hacemos vida, pero que, sin embargo, no debemos afectar con nuestras acciones sus sistemas de desarrollo y vida.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4044 del 8 de septiembre de 1988. Vigente

Es una resolución conjunta por la cual se dictan las **Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones**. Que son para el beneficio de las generaciones actuales y futuras. Debe ser considerada en la investigación ya que facilita la elaboración de proyectos que se encuentren enmarcado en sus características descritas anteriormente.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 36.289 de fecha 24 de septiembre de 1997, Vigente, denominada: Decreto No. 2.048.

“Se requiere el establecimiento de disposiciones jurídicas que permitan el control y la vigilancia de las obras que conforman los sistemas de obras de captación de agua, destinada al suministro de agua potable”.

Por lo tanto, resulta fundamental para el desarrollo del presente Trabajo de Grado, ya que presenta **Normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable**. Encontrándose, directamente relacionado con el objeto de estudio de la investigación, debido a ello, su compendio debe ser tomado en cuenta en su totalidad.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 41.377 de fecha 12 de abril de 2018, Vigente, denominada: Decreto No. 3.367.

El reglamento de la **Ley de Aguas**, permite extraer una serie de aspectos clave para el análisis de recursos hídricos, con el fin de llevar a cabo una gestión responsable, proteger y desarrollar de manera sostenible este recurso valioso e indispensable. Resultando pues, un basamento importante, para dar sustento a la investigación en desarrollo.

Plan de Desarrollo Urbano Local

El plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) es una herramienta de planificación para organizar el entorno urbano, orientado a un desarrollo articulado, coherente y concentrado, donde se pueda reflejar un equilibrio existente entre las actividades y los servicios necesarios.

Tiene como objetivo principal proponer una ruta que origine en el Municipio un desarrollo óptimo para las futuras generaciones, basado en lineamientos estratégicos enfocados en elevar la calidad de vida de la comunidad. Contiene información municipal sobre aspectos importantes tales como: geología, hidrología, riesgo sísmico, demografía, calidad de los suelos, uso de la tierra, servicios públicos, vivienda, equipamientos urbanos, vialidad, movilidad y transporte, entre otros. Por lo tanto, contar con el PDUL del municipio San Diego, resulta fundamental garantizar un estudio completo de la zona de estudio.

Ley Orgánica del Ambiente (LOA, 2006). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.833

Artículo 55°: La gestión integral del agua está orientada a asegurar su conservación, garantizando las condiciones de calidad, disponibilidad y cantidad en función de la sustentabilidad del ciclo hidrológico.

Artículo 56°: Para asegurar la sustentabilidad del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él; se deberán conservar los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos.

Artículo 57°: Para la conservación de la calidad del agua se tomarán en consideración los siguientes aspectos:

1. La clasificación de las aguas atendiendo a las características requeridas para los diferentes usos a que deba destinarse.
2. Las actividades capaces de degradar las fuentes de aguas naturales, los recorridos de éstas y su represamiento.
3. La reutilización de las aguas residuales previo tratamiento.
4. El tratamiento de las aguas.
5. La protección integral de las cuencas hidrográficas.
6. El seguimiento continuo y de largo plazo de la calidad de los cuerpos de agua.
7. El seguimiento continuo de los usos de la tierra y sus impactos sobre las principales cuencas hidrográficas, que abastecen de agua a las poblaciones humanas y los sistemas de riego de las áreas agrícolas.

Estos artículos presentados en dicha ley, son una base fundamental en el aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas en el marco de la sostenibilidad. Ya que en ellos está contemplado que se debe manejar dicho recurso de forma que se preserve su disponibilidad y calidad para un óptimo uso de él.

Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 3.238

Artículo 5°: Son instrumentos básicos de la ordenación del territorio, el Plan Nacional de Ordenación del Territorio, y los siguientes planes en los cuales éste de desagrega:

- a. Los Planes Regionales de Ordenación del Territorio.
- b. Los planes nacionales de aprovechamiento de los recursos naturales y los demás planes sectoriales.
- c. Los planes de ordenación urbanística.
- d. Los planes de las áreas bajo Régimen de Administración Especial.

- e. Los demás planes de la ordenación del territorio que demande el proceso de desarrollo integral del país.

En esta ley están planteados los planes de aprovechamientos de recursos en el país, entre estos el agua subterránea, con el fin de llevar a cabo una gestión responsable, proteger y desarrollar de manera sostenible este recurso valioso e indispensable.

Artículo 1º: La presente Ley tiene por objeto regular la prestación de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, establecer el régimen de fiscalización, control y evaluación de tales servicios y promover su desarrollo, en beneficio general de los ciudadanos, de la salud pública, la preservación de los recursos hídricos y la protección del ambiente, en concordancia con la política sanitaria y ambiental que en esta materia dicte el Poder Ejecutivo Nacional y con los planes de desarrollo económico y social de la Nación.

Artículo 2º: Las disposiciones de esta Ley se aplican a todos los prestadores de los servicios de agua potable y de saneamiento sean públicos, privados o mixtos, así como también a todos los suscriptores y usuarios de estos servicios, en todo el territorio nacional. **Parágrafo Único:** Los acueductos rurales serán objeto de un régimen de administración especial, de conformidad con lo que estipule el Reglamento que se promulgue al efecto.

Artículo 3º: Los principios que rigen la prestación de los servicios públicos regulados en esta Ley son los siguientes:

- a. La preservación de la salud pública, el recurso hídrico y el ambiente
- b. el acceso de todos los ciudadanos a la provisión de los servicios de agua potable y de saneamiento
- c. el equilibrio entre la protección de los derechos y obligaciones de los suscriptores y la de los prestadores de los servicios
- d. la calidad de los servicios públicos materia de esta Ley

- e. la adopción de modelos de gestión basados en criterios de calidad, eficiencia empresarial, confiabilidad, equidad, no discriminación y rentabilidad
- f. la transparencia en las decisiones e imparcialidad de tratamiento a todos los prestadores de los servicios y suscriptores.

Esta ley tiene por función establecer las bases y condiciones del ejercicio de la regulación y control de la actividad de los prestadores de los servicios en el país, que son parámetros de suma importancia en la factibilidad de construcción de pozos profundos, ya que determinan si es necesario o no su implementación en una zona determinada.

Norma Venezolana COVENIN 589-97, Código de prácticas para la construcción de pozos de agua, 1979

Este código se aplica a la perforación y construcción de pozos de agua individuales. Para proyectos de mayor envergadura o pozos pertenecientes a un proyecto o pozos especiales se pueden exigir requisitos complementarios. Este código es una guía general para consideraciones de diseño y construcción de pozos de agua.

A través de dicha norma, se puede comprender bajo que lineamientos se debe trabajar para llevar a cabo la construcción de pozos de agua, permitiendo de esta manera aportar una base fundamental, sobre la cual se pueden establecer el desarrollo de los nuevos lineamientos que son el objetivo general de la presente investigación.

En este orden de ideas, es conveniente, que la investigación que se está llevando cabo cuente con un marco legal, que le sirva apoyo, y así poder desarrollar de una forma adecuado y justificada la metodología a trabajar.

Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 36.395

Artículo 1º: El objetivo de las “Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable” es establecer los valores máximos de aquellos componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud de la comunidad, o inconvenientes para la

preservación de los sistemas de almacenamiento y distribución del líquido, así como la regulación que asegure su cumplimiento.

En esta norma se contemplan todos los parámetros a tomar en cuenta para catalogar el agua como potable, ya que este recurso subterráneo puede presentar diversas características tanto físicas y químicas, como bacteriológicas, siendo necesarios diversos procesos de tratamiento para garantizar un que no presenten riesgos en el uso urbano.

Decreto No. 1.257, Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.

Tiene por objeto establecer los procedimientos conforme a los cuales se realizará la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente. Dispone que dicha norma se cumpla como parte del proceso de toma de decisiones en la formulación de políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo a los fines de la incorporación de la variable ambiental en todas sus etapas.

Decreto No. 1.257, Normas sobre la regulación y el control del aprovechamiento de los recursos hídricos y de las cuencas hidrográficas.

Estas Normas tienen por objeto desarrollar las disposiciones sobre recursos hídricos y cuencas hidrográficas contenidas en la Ley Orgánica del Ambiente, Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio y Ley Forestal, de Suelos y de Aguas, mediante el establecimiento de regulaciones relativas a su conservación y racional aprovechamiento.

Decreto N. 883, Normas Para La Clasificación Y El Control De La Calidad De Los Cuerpos De Agua Y Vertidos O Efluentes Líquidos.

Este Decreto tiene por objeto establecer las normas orientadas a conservar y mejorar la calidad de los cuerpos de agua mediante el control de los vertidos de efluentes líquidos. Las acciones de conservación y mejoramiento estarán dirigidas principalmente a la reducción o prevención de la generación de efluentes, mejoramiento de la calidad del efluente, uso de tecnologías de producción más limpia,

el establecimiento de límites máximos de elementos contaminantes en los vertidos, así como prácticas de reciclaje y reúso.

2.4. Definición de términos básicos

Abatimiento de un pozo: Significa el descenso que experimenta el nivel de agua del pozo entre el nivel estático y el nivel dinámico. Este representa la relación de carga, en metros de agua, que produce el flujo desde el acuífero hacia el pozo y el caudal que se está extrayendo, su unidad de medición es en metros.

Adame: Es un tubo de acero al carbono que se introduce dentro del pozo para evitar que el suelo se derrumbe y taponee nuevamente la perforación. Generalmente tiene el tubo un tramo liso y otro ranurado, por el que se filtra el agua después de haber pasado por un empaque de grava que se encuentra entre el adame y el contradame y evita el arrastre de arenas dentro del pozo.

Agua potable: Agua que cumple con las características físicas de color, olor y sabor, así como de contenido de minerales y materia biológica, apta para consumo humano.

Bomba sumergida: Es una bomba que se sumerge en un líquido, contienen un impulsor sellado a su carcasa que permite bombear el líquido en el que se encuentran sumergidas hacia el exterior. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de bombeo significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Dotación: En agua potable, es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios municipales, industriales y comerciales y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual.

Estudio Hidrogeológico: Integra características climáticas, hidrológicas, geológicas, la estructura del subsuelo facilitada por la geofísica, hidrodinámicas, geoquímicas e hidroquímicas para la definición de los acuíferos existentes (masas de agua o embalses subterráneos) en sus aspectos geométrico y de funcionamiento hidrogeológico, definiéndose sus balances hídricos. Estos estudios son imprescindibles para los siguientes fines: garantizar el éxito y adecuado diseño de las captaciones de agua

subterránea que se proyectan y ejecutan para cubrir las demandas urbanas, agrícolas e industriales de una zona.

Everdur: Aleación sin chispas (en comparación con el acero) de cobre y silicón utilizado en las grapas de banda para ambientes potencialmente explosivos. Everdur®; es una marca comercial registrada de American Brass.

Fluido: Es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular, carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos se clasifican en líquidos y gases.

Gasto: Volumen de agua que pasa por una sección en una unidad de tiempo.

Gasto de diseño: El que se prevé que circulará en condiciones críticas en un sistema, conducto o estructura, y con base en el cual se realiza el diseño de éste.

Hidráulica: La hidráulica es la rama de la física que estudia el comportamiento de los líquidos en función de sus propiedades específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a las que son sometidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a las que esté sometido el fluido, relacionadas con la viscosidad de este.

Instalaciones hidráulicas: En las edificaciones, es el conjunto de tuberías y muebles que distribuyen el agua potable.

Maquina hidráulica: Máquina capaz de transferir potencia entre una corriente de agua y un dispositivo móvil, como un rodete impulsor.

Manguera: Línea flexible dentro de un sistema de potencia fluida, compuesto de diversas capas de hule y mallas de acero, cuyo número dependerá del valor de presión de trabajo en el sistema. La línea flexible se utiliza en aquellos casos en el que se tiene movimiento relativo entre los componentes que enlaza o bien donde el uso de tubería o tubing no se recomienda por limitaciones de espacio, temperatura o presencia de agentes químicos que provoquen oxidación, corrosión, etc.

Monel: Es una aleación metálica formada a partir de níquel y cobre. Monel es una marca registrada de Special Metals Corporation para una variedad de aleaciones de níquel.

Nivel de Bombeo o nivel dinámico: Este es el nivel a que se encuentra el agua dentro del pozo conforme avanza el bombeo, su unidad de medición es en metros.

Nivel estático: Es el nivel a que el agua permanece dentro de un pozo cuando no se está extrayendo agua del acuífero por bombeo o por descarga libre. Su distancia se expresa contando los metros desde la superficie. Por lo tanto, su unidad de medición es en metros.

Prospección: Se emplea para nombrar al estudio de un terreno para conocer sus características y analizar la posible presencia de recursos subterráneos, como petróleo, minerales u otros.

Obra hidráulica: Construcción de bienes que tengan naturaleza inmueble destinada a la captación, extracción, desalación, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas, así como el saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes y la protección frente a avenidas, tales como presas, embalses, canales de acequias, azudes, conducciones, y depósitos de abastecimiento a poblaciones, instalaciones de desalación, captación y bombeo, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad, diques y obras de encauzamiento y defensa contra avenidas, así como aquellas actuaciones necesarias para la protección del dominio hidráulico.

Perforación de pozo: Una perforación es una obra de captación vertical que permite la explotación del agua freática contenida en los intersticios o las fisuras de una roca del subsuelo, en lo que se denomina acuífero. El agua puede llevarse hasta el nivel del suelo de manera sencilla con ayuda de un recipiente (un cubo, por ejemplo) o más fácilmente con una bomba, manual o motorizada.

Pozo: Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea la reserva de agua subterránea de una capa freática o fluidos como el petróleo.

Red de bastecimiento: La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, interconectadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.

Sistema hidráulico: Conjunto de obras e instalaciones hidráulicas necesarias para organizar funciones de captación, de almacenamiento, de conducción, de bombeo, de distribución y de evacuación.

Toma de agua: Abertura por donde se desvía de una corriente de agua o de un embalse parte de su caudal.

Tubería: Elemento fabricado de diversos materiales que, unidos uno con otro y siguiendo un orden en determinada dirección y posición, sirven para la conducción de agua.

Válvula de control: Una válvula que su función primaria es controlar el caudal, presión o dirección del fluido en el sistema.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Dentro de este contexto, el tipo de investigación es aquel que permite establecer con exactitud los parámetros de la investigación, lo cual permitirá determinar el diseño de la misma. De acuerdo a la naturaleza y características del problema, objeto de estudio, esta investigación se enmarcará dentro del tipo proyecto factible, sobre el cual Arias, F. (2006), expone: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema practico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”. (p. 134)

Esto en concordancia con los objetivos que presenta la investigación, por cuanto, a través de la misma se elaboraran unos lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad, Municipio San Diego Estado Carabobo.

3.2 Nivel de investigación

Según Arias, F. (2006), expresa que: “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”, de esta forma se establece una relación con la investigación en curso para así determinar bajo qué nivel se encuentra la misma, siendo pues un nivel intermedio.

Por lo tanto, se adapta a un nivel de investigación descriptivo, cuantifica de forma independiente las variables, aun cuando no sea posible o necesario formular hipótesis, dichas variables deberán estar inmersas en los objetivos específicos, tal y como lo plantea Arias F. (2006):

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (p. 24).

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se refiere a las estrategias y herramientas que emplea el investigador para dar respuesta al planteamiento del problema, esto de acuerdo a lo expresado por Arias, F. (2006): “El diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental”. (p. 26)

En base a lo citado, la investigación en curso, se establece con un diseño documental, debido a que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos y electrónicos u otros tipos de documentos. De acuerdo con Arias, F. (2006), que expone: “Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”,

Del mismo modo se enmarca en un diseño de campo que Arias, F. (2006), lo define como:

Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Pág.31)

Lo que quiere decir que se adquieren los datos sin alterar ninguna de sus variables, empleando datos primarios tomados por los investigadores directamente y sin alterar sus variables.

3.4 Población y Muestra

Cuando se habla de población se puede hacer referencia a un grupo de individuos que pueden variar o coincidir según el objeto a estudio. Según lo establecido por Arias, F. (2006), el término población hace referencia: “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio” (p. 81); dicho de otra forma, se puede establecer que la población son componentes reunidos, de los cuales se desea percibir y conocer ciertos atributos referidos en una investigación.

En base a lo expuesto anteriormente, la población de esta investigación se define como infinita, según Arias, F. (2006): “Es aquella en la que se desconoce el total de los elementos que la conforman, por cuanto no existe un registro documental de estos debido a que su elaboración sería prácticamente imposible”. Tomando en cuenta ello, la población está conformada por los pozos construidos en el municipio San Diego estado Carabobo, sin embargo, debido a que actualmente su práctica se lleva a cabo de manera clandestina, resulta imposible contabilizar y tener el registro de cada uno de ellos.

Ahora bien, en consecuencia, la muestra de acuerdo a Arias, F. (2006): “Es un subconjunto representativo de un universo” (p. 83). En el caso de esta investigación la muestra es de tipo censal, Ramírez (1997), la define como: “Es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra”. Por lo tanto, la población se precisa como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra.

3.5 Técnicas de recolección de datos

En lo que respecta, las técnicas de recolección de datos, no es más que la sistematización de ciertos procedimientos que le permitirán al investigador obtener la información necesaria para su estudio. Según Arias, F. (2006): “Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”.

Es por ello, que para el caso de esta investigación se emplearan las siguientes técnicas:

3.5.1 Revisión documental

Según Arias, F. (2006), lo define como: "El análisis documental es la operación que consiste en seleccionar las ideas informativamente relevantes de un documento a fin de expresar su contenido sin ambigüedades para recuperar la información en él contenida".

A través del análisis documental, se recopilará la información con la cual se sustenta la investigación, por medio de artículos de prensa, estudios previos, leyes, decretos entre otros.

3.5.2 Análisis de contenido

Es una técnica de interpretación de textos, ya sean escritos, grabados, pintados, filmados u otra forma diferente donde puedan existir toda clase de registros de datos, transcripción de entrevistas, discursos, protocolos de observación, documentos, videos. Según Arias, F. (2006) sostiene que el análisis de contenido es: "Una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación". Esta técnica, resulta importante para el desarrollo óptimo de la investigación en curso, ya que con ella se asegura la codificación de los datos y que los mismo sean verificable y fiables.

3.5.3 Encuesta

Por medio de esta técnica, se contará con la opinión de expertos, proporcionándole calidad a la investigación. La encuesta según Arias, F. (2006): "La define como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos cerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular". Para fines de este trabajo, se llevará a cabo una encuesta escrita.

3.5.4 Entrevista

Según Arias, F. (2006) expresa:

La entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un dialogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida. (p. 73)

Para efectos de la investigación, se realizará una entrevista semiestructurada, permitiendo que los autores puedan tener flexibilidad y hacer preguntas adicionales.

3.6 Instrumentos de recolección de datos

Mediante la utilización de un instrumento se permite recopilar los datos, siendo el medio a través del cual se registrarán los mismos para el procesamiento de la información obtenida. De acuerdo con las técnicas expuestas anteriormente se presentan los siguientes instrumentos:

Ü Computadoras y sus unidades de almacenaje

Esta herramienta de trabajo, permite beneficios como la comunicación a distancia, un factor importante debido a situación bajo la que se está llevando a cabo la investigación. De igual forma permite, el ahorro de recursos tales como papel, en el caso de cartas y trabajos escritos que pueden ser sustituidos, el almacenamiento de mucha información; así como también, realizar muchas actividades al mismo tiempo, acceder a bibliotecas virtuales y a información actualizada.

Ü Cuestionario

A través de un cuestionario que no es más que “La modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas”. (Arias, F. 2006; 74)

Se empleará un cuestionario mixto, es decir, combinando preguntas abiertas, cerradas y mixtas.

Ü Guía de la entrevista

De acuerdo con Ramirez (1997):

La guía de la entrevista es una herramienta que permite realizar un trabajo reflexivo para la organización de temas posibles que se abordaran en la entrevista. No constituye un protocolo elaborado de preguntas, es una lista de tópicos y áreas generales, a partir de los cuales se organizan los temas sobre los que trataran las preguntas. (p. 180)

Por lo tanto, la guía de la entrevista, va a permitir a los autores organizar los posibles temas que se discutirán en la entrevista, a fin de obtener información útil y precisa del entrevistado.

Ü **Libreta de notas**

Es definida por Castillo, L (2005): “Es un instrumento en el cual se anotan las informaciones, los datos, las fuentes de información, las referencias, las expresiones, las opiniones, los hechos y los croquis, entre otros”. (p.54)

Se empleará por los investigadores para registrar la información obtenida en la entrevista, permitiendo plasmar todos los datos de interés que se presenten en la misma.

3.7 Técnica de análisis de datos

Arias, F. (2006), en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan. Son herramientas útiles para organizar, describir y analizar los datos recogidos con los instrumentos de investigación. Para el presente Trabajo de Grado se presenta la siguiente técnica a utilizar:

Ü **Cuadros comparativos**

Es una herramienta gráfica para organizar la información, de modo que para la investigación en curso permite la identificación de características semejantes y diferentes en los conceptos, como por ejemplo los procesos constructivos de pozos profundos. Por eso resultan útiles para la adquisición de conocimientos y para la memorización de contenidos.

Ü **Diagramas de flujo**

Es una manera de representar gráficamente un algoritmo o un proceso de alguna naturaleza, a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo. La representación gráfica de estos procesos emplea una serie determinada de figuras geométricas que representan cada paso puntual del proceso que está siendo evaluado.

Ü **Matriz FODA**

Según Lastra, P “Es una alternativa para realizar diagnósticos y estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales”. Su análisis resulta sencillo y de gran utilidad, por tanto, permite a la investigación en curso, conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio, obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

FODA es una sigla que resume cuatro conceptos:

1. Fortalezas
2. Oportunidades
3. Debilidades
4. Amenazas

Las oportunidades y amenazas son factores externos, ya que estos no pueden ser controlados ni modificados, pero si pueden aprovechar o manejar. Mientras que las fortalezas y debilidades son factores internos, que pueden ser controlados.

3.8 Fases de la investigación

A continuación, se describe cada una de las fases metodológicas que se llevaran a cabo durante la investigación para dar cumplimiento con los objetivos planteados.

3.8.1 Fase I “Diagnosticar la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en el municipio San Diego estado Carabobo”

Para la presente fase se contemplan las siguientes actividades:

- Analizar las características de la zona de estudio.
- Estudiar y analizar el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de San Diego.
- Estudiar y analizar las normas y leyes nacionales.
- Realizar entrevista con entes nacionales responsables en la aprobación de proyectos de pozos profundos de agua.
- Realizar encuesta para obtener la opinión de expertos en la materia.

3.8.2. Fase II “Analizar en el marco de la sostenibilidad, los criterios ambientales internacionales y nacionales que justifican la construcción de un pozo de agua”

En la presente fase se establece llevar a cabo las siguientes actividades:

- Estudiar y analizar acuerdos internacionales establecidos por Venezuela en el marco de la sostenibilidad.
- Estudiar y analizar criterios nacionales de sostenibilidad para la construcción de pozos.

3.8.3 Fase III “Establecer los parámetros locales para la construcción de un pozo de agua en el municipio San Diego estado Carabobo”

En la presente fase se consideran las siguientes actividades:

- Comparar criterios nacionales con los criterios internacionales.
- Evaluar los distintos criterios, tanto nacionales como los internacionales, así como también, el de los expertos.
- Establecer los parámetros mínimos para llevar a cabo la construcción de un pozo de agua.

3.8.4 Fase IV “Proponer los lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles en el municipio San Diego”

En la presente fase se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Elaborar lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Fase I. Diagnóstico de la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en el municipio San Diego estado Carabobo.

4.1.1 Descripción de la zona de estudio

El Municipio San Diego se encuentra enclavado en el extremo Centro – Norte del Estado Carabobo, en la región central de país, ocupando el área de la antigua Parroquia de San Diego del Municipio Valencia, con una superficie aproximada de 106 Km². El Municipio San Diego representa uno de los catorce municipios autónomos que integran el estado Carabobo, así como también es uno de los cinco municipios que conforman la Gran Valencia y además uno de los nueve que son parte de Área Metropolitana de la ciudad, el Municipio San Diego cuenta con la zona industrial más grande de Valencia. Su capital es el pueblo homónimo de San Diego de Alcalá y es considerado como un municipio modelo de Venezuela y uno de los mejores del Estado Carabobo, debido a su desarrollo urbanístico, comercial e industrial, así como la infraestructura y su nivel de seguridad ciudadana. Su ubicación en el mapa del Estado Carabobo se muestra a continuación. (Ver Figura 10)



Figura 10. Ubicación del Municipio San Diego en el Mapa del Estado Carabobo.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Sandiego-carabobo.PNG>

4.1.1.1 Delimitación geográfica

El Municipio San Diego posee como coordenadas geográficas de referencia las siguientes:

- **Coordenadas Norte:** 10° 15' 21"
- **Coordenadas Oeste:** 67° 57' 14"

Y sus límites geográficos son:

- **Norte:** con el Municipio Puerto Cabello, por la división de aguas de la Cordillera de la Costa, atravesando el Parque San Esteban.
- **Sur:** con la Parroquia urbana Rafael Urdaneta del Municipio Valencia y los Guayos, por el eje de la autopista Caracas-Valencia, desde el distribuidor el Morro hasta Punta Tapiaca.
- **Este:** con el Municipio Guacara, siguiendo la divisoria de aguas del cerro la Josefina desde punta Tapiaca hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello.
- **Oeste:** con los Municipios Valencia y Naguanagua, por la divisoria de aguas del cerro el Trigal, pasando por el estrecho de Bárbula hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello.

4.1.1.2 Población

El Municipio San Diego posee una población estimada por la Sala Técnica del Consejo Local de Planificación Pública del Municipio San Diego (2014) de 132.949 habitantes, lo que representa el seis por ciento (6%) de la población total del Estado Carabobo, según determina el Instituto Nacional de Estadística (INE), Censo 2011, su densidad poblacional se registra en 0,038 Hab/m², destacando que la Zona del Parque Industrial Comercial Castillito que se encuentra ubicado en el sector Industrial del Municipio no posee habitantes asentados. (Ver Tabla 10) y (Ver Figura 11 y 12)

Tabla 10. Estimado de la población del Municipio San Diego

Sectores	Nº de Inmuebles	Nº de Habitantes	% Peso por sector	Sectores de planificación	Densidad poblacional Hab/m ²
Norte A	8.367	32.631	24,62	15.065.416,89	0,0022
Norte B	2.121	8.272	6,24	3.140.344,72	0,0026
Norte C	4.964	19.360	14,6	5.365.544,93	0,0036
Centro A	7.395	28.841	21,76	3.073.323,93	0,0094
Centro B	2.943	11.478	8,66	873.954,32	0,0131
Centro C	3.835	15.347	11,28	7.048.017,43	0,0022
Sur	4.364	17.020	12,84	3.772.818,98	0,0045
Total	33.989	132.949	100	38.339.420,75	0,038

Fuente: ST CLPP (Sala Técnica Consejo Local de Panificación Pública) / Unidad de Desarrollo Urbano y Catastro (2014)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

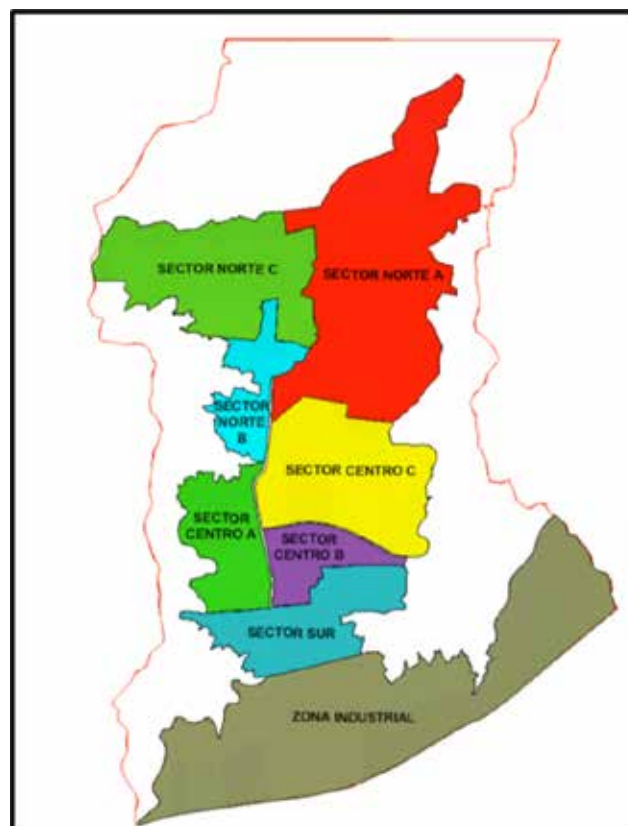


Figura 11. Identificación de los Sectores del Municipio San Diego.

Fuente: ST CLPP (Sala Técnica Consejo Local de Panificación Pública) Unidad de Desarrollo Urbano y Catastro (2014)

Sector	Densidad poblacional Hab/m ²	Porcentaje (%)
Norte A	0,0022	5,79
Norte B	0,0026	6,84
Norte C	0,0036	9,47
Centro A	0,0094	24,74
Centro B	0,0131	34,47
Centro C	0,0022	5,79
Sur	0,0045	11,87
Total	0,038	100

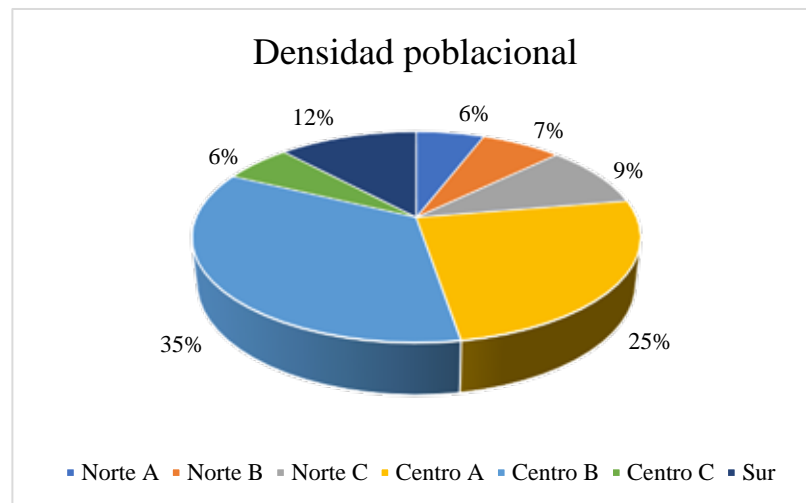


Figura 12. Densidad poblacional San Diego (2014).

Fuente: ST CLPP (Sala Técnica Consejo Local de Panificación Pública) Unidad de Desarrollo Urbano y Catastro (2014)

4.1.1.3 Clima

En el Municipio San Diego predomina el clima tropical lluvioso – seco, gracias a la influencia de los vientos norteños procedentes de la cordillera. La fila de Maco – Maco al Oriente del pueblo, con una altitud de 995 metros, es la generadora de las masas frías impulsadas por los vientos alisios del noreste.

A continuación, se presenta una figura donde la temperatura máxima promedio diaria está representada por la línea roja y la temperatura mínima promedio diario por

línea azul, con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. (Ver Figura 13)

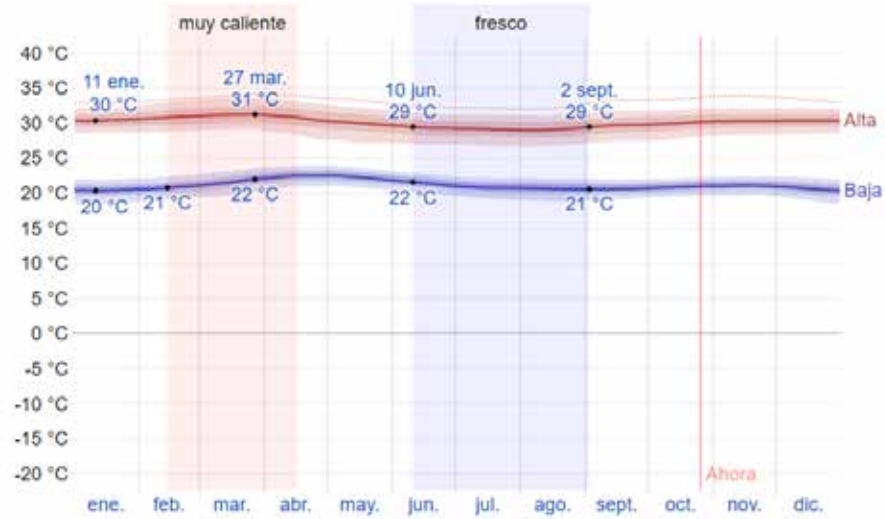


Figura 13. Temperatura máxima y mínima promedio del Municipio San Diego.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/27567/Clima-promedio-en-San-Diego-Venezuela-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

De igual forma, en el Municipio San Diego la humedad percibida varía levemente. Basando el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío. (Ver Figura 14)

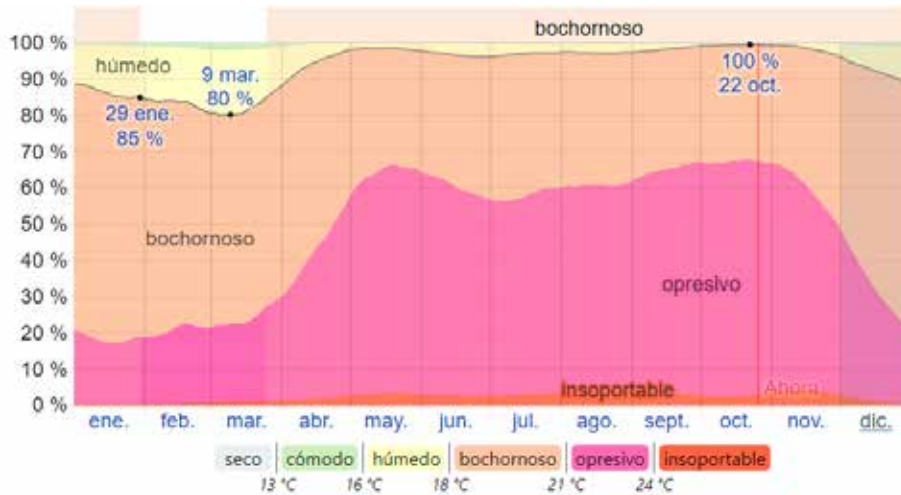


Figura 14. Niveles de comodidad de la humedad del Municipio San Diego.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/27567/Clima-promedio-en-San-Diego-Venezuela-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

En cuanto al viento, su velocidad promedio por hora en el Municipio tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año, en la siguiente figura se representa el promedio de la velocidad media del viento por hora con línea gris oscuro, con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°. (Ver Figura 15)

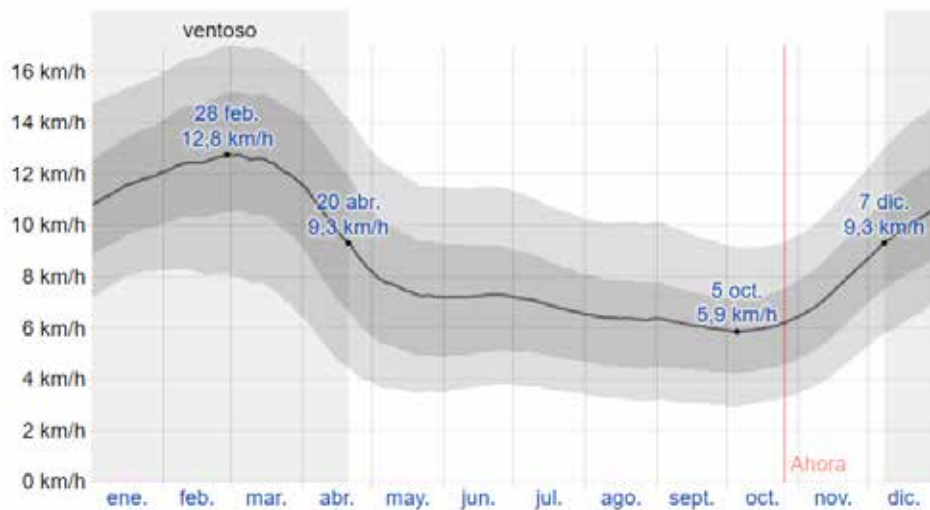


Figura 15. Velocidad promedio del viento del Municipio San Diego.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/27567/Clima-promedio-en-San-Diego-Venezuela-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

4.1.1.4 Hidrología

Este Municipio posee una variedad de caudales naturales de aguas dulces mejor conocidos como ríos, siendo los principales y más significativos de la zona los siguientes: San Diego y Cúpira que nacen al norte, y el río La Cumaca, el cual tiene una serie de quebradas de régimen intermitente que desembocan hacia estos; a diferencia del régimen de estos tres ríos que es predominantemente permanente, reduciéndose la corriente en el periodo seco. Estos cuerpos de agua se generan de la zona montañosa de este valle que se levanta definiendo los límites de San Diego.

4.1.1.5 Vegetación

En general, el Municipio San Diego posee una zona montañosa que presenta características más o menos favorables para el desenvolvimiento de la fauna y la flora. En lo correspondiente a esta última, se pueden encontrar diversas especies y variedades botánicas, dentro de las cuales, se pueden citar como ejemplo, las siguientes: cedro amargo y cedro dulce, samán, samán masaguero, alcornoque, algarrobo blanco y morado, apamate, araguaney amarillo y blanco, árbol de pan, bucare, coco de mono, copei flor amarillo, indio desnudo, jaba majagua, mamón, mango, níspero, rosa de montaña, saquisaque, ceiba. (*Ver Anexo A*)

4.1.1.6 Fauna

En general, toda la zona montañosa del Municipio San Diego, presenta características más o menos favorable para el desenvolvimiento de la fauna, entre los mamíferos se encuentran: rabipelao, pereza, venado, báquiro o cochino de monte, ardilla, picure, conejo, lapa, murciélago. Entre las aves están guacharaca, gallina de monte, palomas turcas, montañeras, cacaitas y maraquetas, perdiz, aguaita camino, gavián, loro, lechuza, periquito españolito (conocido en San Diego como coberito), perico cara sucia, azulejo, carpintero común, carpintero grande, carpintero negro y colorado, cristo fue, pico de plata azul, pollero, canario tejero, chirulí, bengalí, gonzalito, sabaneras; tucusitos, colibríes o chupaflor de diversas especies. Entre los reptiles están: Iguana, cotejo, mato, camaleón, lagartijas, tuqueques, culebras de diversas especies.

4.1.1.7 Áreas Bajo Régimen de Protección Especial

Cabe destacar que el Municipio San Diego, forma parte del área crítica con prioridad de tratamiento de la cuenca del Lago de Valencia y del Parque Nacional San Esteban, estas Áreas Bajo Régimen de Administración Especial están a cargo de los organismos competentes con su propio reglamento, como se puede a continuación. (Ver Tabla 10)

Tabla 10. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) al cual pertenece el Municipio San Diego

Cuenca Hidrográfica	Nombre Figura de Protección	Decreto Oficial de Creación	Localización	Superficie Aprox. en la Cuenca (Has)	Plan y Reglamento de Uso
Cuenca del Lago de Valencia	Área crítica con Prioridad de Tratamiento Cuenca del Lago de Valencia	Decreto N° 304/20-09-79 Gaceta Oficial N° 31.829/26-09-79	Municipios Valencia, Naguanagua, San Diego , Los Guayos, Guacara, San Joaquín, Diego Ibarra y Carlos Arvelo	161.141	Decreto N° 2.810/20-01-2004 Gaceta Oficial N° 5.691 E/26-01-2004
	Parque Nacional San Esteban	Decreto N° 1.714/27-06-91 Gaceta Oficial N° 34.759/19-07-91	Municipios San Joaquín, Guacara, San Diego , Naguanagua y Puerto Cabello	11.300	Decreto N° 1.368/12-06-96 Gaceta Oficial N° 35.994/04-07-96

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local Municipio San Diego (2013).

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

4.1.2 Diagnóstico de la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en la zona de estudio

Venezuela, es un país que cuenta con grandes riquezas naturales, entre ellas abundantes recursos hídricos, según las Bases para el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (2010), se ubica en el quinto lugar del mundo con este recurso, con una cantidad de 2.233 Km³ /año, cuentan con una densa red de ríos y cuerpos de aguas en

toda su geografía. Las aguas subterráneas en el país se estiman en una magnitud de reservas totales de aproximadamente 7.700 millardos de m³ en una superficie total de 468.000 km², de los cuales el volumen aprovechable es de 23 millardos de m³, sin incluir las reservas del margen derecho del río Orinoco.

De igual forma, se estima que los acuíferos con mayor potencial hidrogeológico cubren una superficie total de 352.000 Km², que representa el 42% del territorio nacional. Por lo tanto, un ejemplo de ello asociado a la potencialidad de los mismos, es el siguiente: acuíferos de gran potencialidad, ubicados en la mesa de Guanipa, sistema de río Guárico, llanos de Barinas, Portuguesa y Apure; acuíferos de potencial medio, ubicados en Barlovento y Valle de Caracas; y acuíferos en vías de agotamiento como el Valle de Quíbor y Coro.

Sin embargo, la distribución espacial de los asentamientos humanos en el país, no guardan relación con la distribución de sus recursos hídricos, el 80% de los habitantes están emplazados en el Eje Centro-Norte Costero, áreas con baja disponibilidad hídrica. No obstante, uno de los estados venezolanos con disponibilidad de éste recursos es el Estado Carabobo, quien posee dos grandes cuencas de importancia: la del Lago de Valencia y Pao-Cachinche.

Considerando ello, según la información que presenta en su página web, la empresa estatal C.A Hidrológica del Centro (HIDROCENTRO), quien está a cargo de la administración de los servicios de suministro de agua potable, recolección de aguas servidas y depuración de las mismas. El suministro de agua potable en el Estado Carabobo se lleva a cabo a través dos sistemas, el Sistema Regional del Centro I (SRC I) y el Sistema Regional del Centro II (SRC II), como se muestra a continuación (Ver Figura 16), así como también, los valores de volumen de las respectivas fuentes de abastecimiento (Ver Tabla 11).

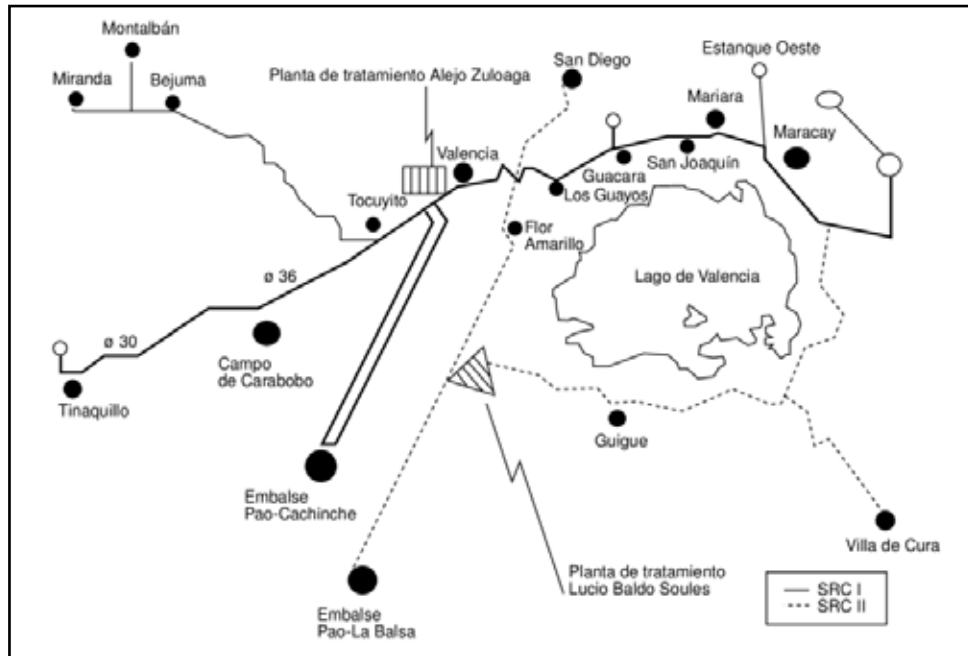


Figura 16. Esquema del suministro de agua (Sistema Regional del Centro I y II), por parte de HIDROCENTRO.

Fuente: Sarmiento, A (2003)

Tabla 11. Fuentes de Abastecimiento del Estado Carabobo

Fuentes de Abastecimiento	Volumen 2017 (m ³)	Volumen 2018 (m ³)
P/P Alejo Zuloaga	122,646,382	143,049,629
P/P Baldo Soules	102,125,351	96,552,271
P/P Urama	26,499,935	28,382,400
P/P Puerto Cabello	11,416,088	14,191,200
Prod. Pozos	33,216,043	45,704,861
Otras F. Superficiales	19,871,490	20,183,040
Total Carabobo	315.775.290	348.063.401

Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Por su parte, el Sistema Regional del Centro I (SRC I), fue diseñado para suministrar agua potable a las poblaciones ubicadas en la región central del país, es decir el Estado Carabobo, Sur del Estado Aragua y parte del Estado Cojedes. Sin embargo, con la puesta en marcha de la segunda etapa, en la actualidad este sistema

solo abastece al Estado Carabobo, a excepción de su zona Oriental. Su fuente principal de abastecimiento es el Embalse Pao - Cachinche, el agua allí captada se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución. Como segunda y tercera fuente de abastecimiento se encuentra el Embalse Guataparo que se encuentra fuera de servicio desde hace un tiempo y Dique Toma Río Torito, los cuales funcionan como auxiliares del Embalse Pao - Cachinche. El agua captada en estas Fuentes (Embalse Guataparo y Dique Toma Río El Torito) se envía, por gravedad, directamente a la planta de potabilización Alejo Zuloaga. (Ver Tabla 12)

Tabla 12. Componentes del Sistema Regional del Centro I

Embalses	Capacidad de Almacenamiento
Pao – Cachinche	200.000.000 m ³ .
Guataparo	26.700.000 m ³ .
Planta de Potabilización	Capacidad de Producción (actual)
Alejo Zuloaga - Convencional	3.000 L/s
Degremont	3.500 L/s

Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Seguidamente, el Sistema Regional del Centro II (SRC II), que suministra agua a parte del Estado Aragua mediante dos conexiones con el antiguo Sistema Regional del Centro I, la primera en el sector Los Guayos frente al Centro Comercial Palmi II y la segunda en el sector Peaje de Palo Negro. Así mismo, abastece poblaciones del Estado Carabobo tales como Guigue, Yuma, Magdalena, Boquerón, Central Tacarigua, Los Guayos, Guacara, San Joaquín y zonas circunvecinas. Su fuente de abastecimiento es el Embalse Pao - Las Balsas, ubicado en las Galeras del Pao, Municipio El Pao de San Juan Bautista, en el Estado Cojedes. El agua captada del Embalsa Pao - Las Balsas, se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Primaria, la cual bombea hacia la E/B N°1 Principal y de allí a la E/B N°2 Principal. Finalmente, el agua es bombeada a la P/T Baldó Soules para su tratamiento. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Componentes del Sistema Regional del Centro II

Embalses	Capacidad de Almacenamiento
Pao – Las Balsas	403.000.000 m ³ .
Planta de Potabilización	Capacidad de Producción (actual)
Lucio Baldó Soules	5.600 L/s

Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Ahora bien, en caso de la zona en estudio la cual corresponde al Municipio San Diego del Estado Carabobo, el suministro de agua potable por parte de la red pública es de la siguiente manera. (Ver Tabla 14)

Tabla 14. Suministro de agua potable por la red pública al Municipio San Diego

Fuente de suministro	Caudales máx (L/S)
Sistema regional II (bombeo)	200
Sistema regional I (gravedad)	200
Dique toma	80
Total	480

Fuente: Vulnerabilidad Hidrogeológica del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Carrillo, Víctor. (2015)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Sin embargo, este servicio se ha visto afectado desde el 2010 debido a la aplicación de racionamientos de agua, Carrillo (2015) expresa que “el Municipio San Diego presenta grave dificultad con respecto a la discontinuidad en el servicio de agua potable, según datos de la Alcaldía en 2012 era de 59,3%, pero obedecen a múltiples factores”, tomando en cuenta ello, se puede mencionar, aquellos sectores del municipio que poseen sistemas de bombes eléctricos, y se han visto afectados por continuas interrupciones eléctricas de la Corporación Eléctrica Nacional S.A, Carabobo (CORPOELEC).

De igual forma, a esto se le suma el aumento de obras urbanísticas, comerciales e industriales en el municipio, lo cual ha provocado la proliferación de tomas ilegales de agua, así como la perforación de pozos profundos de agua, algunos de ellos con la

permisología respectiva, pero otros explotan el agua subterránea sin control ni respectiva autorización. Tal situación se ha tornado crítica, en parte debido a que muchos de los acuíferos que abastecen de agua al municipio están sufriendo sobreexplotación y aumento de cargas contaminantes.

4.1.3 Registro de los pozos en la zona de estudio

Esto va relacionado con el funcionamiento y localización de pozos administrados por la Alcaldía de San Diego e HIDROCENTRO C.A. cuya información va de la mano con las principales actividades económicas que hacen uso directo de las fuentes de aguas subterráneas. Es importante resaltar que ambos entes públicos aportan el recurso hídrico a la red pública, por tal razón, los aprovechamientos administrados por ellos son contabilizados como abastecimiento poblacional. (Ver Tabla 15)

Tabla 15. Uso de pozos según actividad económica y caudales extraídos en el Municipio San Diego

Actividad	Nº de pozos	Caudales (L/S)
Industrial	9	37,5
Comercial	10	12,8
Agrícola	7	14,2
Abastecimiento poblacional	81	275,23
Uso público	1	S/L
Total	108	339,73 L/S

Fuente: Carrillo, Víctor. (2015)

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Existen 108 pozos en el Municipio San Diego, hasta el año 2015, cuyas localizaciones se muestran en el mapa de ubicación y usos de pozos, Municipio San Diego Estado Carabobo (Ver Anexo B). De los cuales 10 son de uso comercial, 9 de uso industrial, 7 de uso agrícola, 1 pertenece al uso público y el restante 81 son para abastecimiento a la población. Se presenta el porcentaje de uso de pozos por actividad (Ver Figura 17).

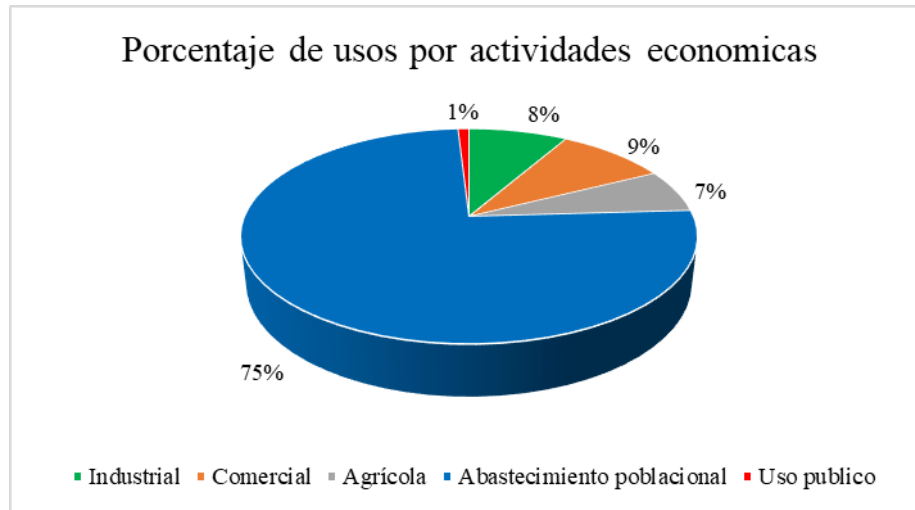


Figura 17. Porcentaje de uso de Pozos en el Municipio San Diego.

Fuente: Carrillo, Víctor. (2015)

Los 108 pozos existentes proporcionan 339,73 l/s, siendo el uso residencial el que mayor caudal extrae del acuífero con 275,23 l/s, en segundo lugar, se encuentra el uso industrial con 37,50 l/s, el uso agrícola 14,20 l/s y el uso comercial con 12,80 l/s. El uso público no presento reporte del caudal del pozo utilizado. En la Figura 15 se representa el porcentaje de caudal por actividad. (Ver Figura 18)



Figura 18. Porcentaje de gastos por actividad económica.

Fuente: Carrillo, Víctor. (2015)

4.1.4 Calidad del recurso hídrico en la zona de estudio

El agua potable para su adecuado uso debe cumplir con ciertas características y parámetros que determinan la calidad de la misma. Actualmente los estándares de calidad del recurso hídrico han experimentado un notable déficit, como se destaca en el artículo del diario El Carabobeño, **“Solo agua negra llega por tuberías en algunos sitios de Carabobo”**.

Después de esperar por varios días el servicio, completamente negra y con olor desagradable llegó el agua por las tuberías de muchos hogares en Carabobo este miércoles. Los afectados utilizaron las redes sociales para denunciar esta irregularidad, pues consideran una burla que esta sea el agua “potable” que les está enviando Hidrocentro para subsanar sus carencias del líquido. No es exageración, en algunos de los casos el líquido está llegando tan negro que se confunde con petróleo. La mayoría de las denuncias provienen desde el municipio San Diego y los ciudadanos están alarmados por la situación. (Rojas, 2019)

A través, del presente artículo, se hace evidente que la calidad del recurso hídrico en el Municipio San Diego, no cumple con las condiciones necesarias con las que debe llegar por las tuberías que están destinadas al abastecimiento urbano del mismo. Este hecho resulta recurrente, por lo cual, expone a sus consumidores a una posición de riesgo, de padecer afecciones de salud, por mencionar tan solo una de las consecuencias directas que la mala calidad del agua puede generar en ellos.

De igual forma, es de gran importancia mencionar que los 108 pozos que datan del año 2015 descritos anteriormente, fueron sometidos a un análisis físico-químico y bacteriológico sobre la calidad del agua que presentan los mismos. De los 108 pozos existentes sólo se obtuvieron datos fisicoquímicos de 24, de los cuales 13 pertenecen a aprovechamientos con fines de abastecimiento poblacional, 7 industriales, 3 comerciales y 1 con fines agrícolas, cuyas pruebas se habían realizado en entre los años 2014 y 2015.

Sin embargo, al querer establecer una comparación entre los resultados obtenidos y contrastarlos con valores de años anteriores y actuales, resultó imposible ya que la base de datos existente en el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo

(Minec) presenta sólo datos de la década de los años 70 y 80. Con ello se demuestra que la desactualización en los entes responsables es realmente crítica.

4.1.5 Entrevista a entes locales responsables

Para efectos de la investigación, se realizó una entrevista semiestructurada, permitiendo a los autores tener flexibilidad, empleando un cuestionario mixto combinando preguntas abiertas, cerradas y mixtas (*Ver Anexo C*). El contacto se estableció vía correo electrónico debido a la situación que atraviesa actualmente el país, ocasionado por la pandemia del Covid-19; El formato de dicha entrevista está conformado por:

- Solicitud al ente encargado (Alcaldía del Municipio San Diego y Ministerio de Ecosocialismo) respaldada por el tutor académico.
- Cuestionario, el cual consta de 4 y 5 preguntas respectivamente, adaptadas para cada institución competente (Alcaldía del Municipio San Diego y Ministerio de Ecosocialismo), dichas preguntas destinadas a la obtención de información que permita fundamentar la presente investigación en términos de: procesos y lineamientos que se encuentran establecidos, respecto a la prospección de pozos profundos, así como los recaudos y criterios respecto a la emisión de la permisología de los mismos; adicionalmente si disponen de una base de datos de los pozos perforados construidos a nivel estatal y municipal a la presente fecha.

4.1.6 Cuestionario dirigido a profesionales

Dicho cuestionario está elaborado con la finalidad de compilar la opinión de profesionales de la ingeniería que cuenten con los conocimientos necesarios respecto a la temática de estudio, de esta forma, obtener información realmente pertinente a los fines consecuentes de la presente investigación. El basamento de las 10 preguntas que conforman el cuestionario es el siguiente:

- Procesos y lineamientos que se encuentran establecidos respecto a la prospección de pozos profundos.

- Los recaudos y entes que conciernen a la emisión de la permisología de los mismos.
- Las condiciones actuales en la que se encuentra el suministro de agua potable en el país.
- Criterios a considerar para establecer parámetros locales para llevar a cabo la construcción de pozos de agua, de igual forma, establecer las medidas de sostenibilidad aplicables para los pozos profundos de agua.

Este cuestionario fue validado por ingenieros con experiencia en materia hidráulica, como es el caso de los Ingenieros Alejandro Pocaterra y Rafael Mieres, profesores de la Universidad José Antonio Páez. (Ver Anexo D)

4.1.7 Matriz FODA

A continuación, se presenta un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, respecto a tema central del presente Trabajo de investigación, el cual es la elaboración de unos lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad Municipio San Diego, Estado Carabobo. (Ver Tabla 16)

Tabla 16. Análisis FODA de la investigación

Análisis FODA	
Fortalezas	Aporte de criterios ambientales, creando una sociedad con conocimientos y bases sostenibles. Además de contribuir a poblaciones y urbanismos a mejorar el aprovechamiento de recursos naturales, mediante el establecimiento de parámetros a seguir en la construcción de pozos profundos
Oportunidades	Sentar bases y pilares para investigaciones futuras dentro del marco de sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos naturales. Además de una importante contribución al desarrollo social y económico en el municipio

Análisis FODA	
Debilidades	Falta de conocimiento y uso de criterios sostenibles en cuanto a la explotación de recursos naturales en la actualidad, realizándose de manera indiscriminada y sin la debida supervisión, además de una mala gestión de abastecimiento y servicio de agua potable
Amenazas	Consecuencias a corto y largo plazo debido a una mala gestión en cuando a abastecimiento y calidad del recurso hídrico, ocasionando una sobreexplotación del mismo, causando diferentes impactos ambientales en el municipio

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Fase II. Analizar en el marco de la sostenibilidad, los criterios ambientales internacionales y nacionales que justifican la construcción de un pozo de agua.

4.2.1 Objetivos de desarrollo sostenible

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. La nueva estrategia regirá los programas de desarrollo mundiales durante los próximos quince años. Al adoptarla, los estados se comprometieron a movilizar los medios necesarios para su implementación mediante alianzas centradas especialmente en las necesidades de los más pobres y vulnerables.

4.2.1.1 Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Si bien se ha conseguido progresar de manera sustancial a la hora de ampliar el acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable, dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica destinada a lavarse las manos con agua y jabón, y más de 673 millones de personas aún defecan al aire libre.

¿Cuál es el objetivo en este caso? Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos ¿Por qué? El acceso a agua, saneamiento e higiene es un derecho humano, y sin embargo, miles de millones de personas siguen enfrentándose a diario a enormes dificultades para acceder a los servicios más elementales. Aproximadamente 1.800 millones de personas en todo el mundo utilizan una fuente de agua potable que está contaminada por restos fecales. Unos 2.400 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes y letrinas. La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y este porcentaje podría aumentar. Más del 80% de las aguas residuales resultantes de la actividad humana se vierte en los ríos o en el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación.

Metas del objetivo 6:

Ü **6.1** De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

El agua potable es un recurso indispensable en muchos aspectos para el desarrollo y crecimiento sostenible tanto social como económico. A día de hoy y por diferentes razones, este recurso no llega de manera equitativa a todos los sectores de la población mundial. El aprovechamiento del recurso agua subterránea y la explotación de pozos subterráneos, puede plantearse como una alternativa de acceso al recurso hídrico siempre y cuando sea viable, acorde a la sostenibilidad y no afecte al ambiente, dichas labores de aprovechamiento y explotación pueden ser adscritas a diferentes organismos tanto privados como públicos.

Ü **6.2** De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

Los servicios de saneamiento son un pilar necesario para mantener la salud y el bienestar de las personas, ya que las áreas que carecen de ellos son más susceptibles a proliferar enfermedades y otros agentes que puedan crear problemas de salud.

Implementar redes cloacales y alternativas similares para mitigar esta problemática es una solución viable, haciendo un uso y aprovechamiento de agua consciente y responsable. Para el caso de aprovechamiento de agua subterránea, se tiene que tomar en cuenta la afectación de pozos sépticos y otros agentes que, por infiltración, puedan contaminar la red de acuíferos que provee dicho recurso.

- Ü **6.3** De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

Las aguas residuales de procesos químicos, tanto en campos de riego como en el ámbito industrial, dependiendo de su disposición final, pueden contaminar las aguas de aprovechadas de recursos naturales, en el caso de las aguas subterráneas, por medio de infiltración de los residuos químicos o lixiviados pueden causar un gran impacto sobre el recurso hídrico. Se puede reducir esta problemática realizando una mejor disposición de las aguas residuales, reduciéndolas o reciclándolas y reutilizándolas. De igual forma, el agua subterránea atraviesa por un proceso de filtración natural a través del suelo, lo cual lo convierte en una opción más factible que las aguas superficiales al momento de extraer este recurso.

El Consejo Local de Planificación Pública (CLPP) se encarga de promover y coordinar con los consejos comunales el diagnóstico de problemas en las comunidades, con el propósito de determinar las necesidades, potencialidades y aspiraciones de la población en el municipio. Este organismo sería el encargado de manejar la problemática anterior respecto a las aguas residuales, planteando alternativas para mitigarlo.

- Ü **6.4** De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

Al tener identificación de la red principal de una zona, además de un censo actualizado de su población, se puede estimar un abastecimiento eficiente y equitativo del recurso agua, idealizando una extracción y aprovechamiento sostenible del recurso, también tomando en cuenta todos los cuerpos de agua dulce cercanos aprovechables, calificándolos, cuantificándolos y tomando en cuenta de que manera pueden ser utilizados, planteando un plan de ampliación de la red de acueductos a corto, mediano y largo plazo. Utilizando como alternativa la explotación de pozos profundos de agua de no cumplir la demanda solicitada de abastecimiento de la población.

Ü **6.5** De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

La gestión de recursos hídricos tiene que realizarse de manera controlada y monitoreada, con una información actualizada y transparente y de manera participativa por el ente encargado de su administración, basándose en parámetros de sostenibilidad y realizando un suministro óptimo y equitativo, teniendo como sustento planes de gestión en corto, mediano y largo plazo.

Ü **6.6** De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

La explotación del recurso agua en sus diferentes rubros ocasiona un impacto ambiental en diferentes áreas y escalas, como en el caso de cuerpos tanto superficiales como subterráneos. El aprovechamiento de dicho recurso tiene que ir de la mano con normativas y leyes que presenten planes de protección de los diferentes ecosistemas que pueden verse afectados por estos procesos, algunos de ellos están contemplados en leyes como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)

Ü **6.a** De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua,

desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

Como plan para aumentar el crecimiento y desarrollo social y económico de una población, se pueden implementar parámetros sostenibles de diferentes ámbitos, colaborando en conjunto con países desarrollados o instituciones internacionales dedicadas al desarrollo sostenible que pueden implementar nuevas tecnologías y programas que fomenten el aprovechamiento y uso adecuado del recurso agua en sus diferentes rubros

Ü **6.b** Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Para aplicar criterios y parámetros de sostenibilidad y abarcar todos los sectores poblacionales posibles, no solo en el aprovechamiento del recurso agua, si no en todos los ámbitos posibles que puedan fomentar el desarrollo. Para ello se deben crear campañas de información educativa, en conjunto con los entes encargados de suministro de recursos básicos, tanto privados como gubernamentales, y así crear conocimiento, conciencia y actitudes que porten al desarrollo sostenible de la población.

Si bien el objetivo 6 se refiere al abastecimiento de agua potable para consumo humano, o que fue tratada antes de su consumo. El agua extraída de pozos profundos tiene una ventaja en este sentido, ya que al provenir de redes de acuíferos atraviesan un proceso de filtración natural a través del suelo, lo que resulta en un recurso con propiedades aceptables para su uso. Además, el objetivo 6 al referirse a la importancia de un recurso preciado, esta afecta, bien sea directa o indirectamente, otros objetivos de desarrollo sostenible, ya que el agua está ligado al desarrollo tanto social como económico de la población.

1. Fin de la pobreza

El agua, ser un determinante en diferentes aspectos en el desarrollo económico y social, afecta indirectamente este objetivo, ya que, promoviendo el ámbito económico,

se puede traducir en una disminución apreciable en la pobreza en la población. Para el caso de los pozos profundos y el aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas, puede referirse como una alternativa al acceso de este preciado recurso.

2. Hambre cero

El recurso agua, es fundamental en la producción y consumo de alimentos, está presente en el casi todos los procesos que implica. El aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas puede ser usado en la producción de alimentos de diferentes rubros, pudiendo mitigar esta problemática asociada al objetivo.

3. Salud y bienestar

El agua es un pilar fundamental en la salud y bienestar del ser humano. El no proveer de agua potable a un sector o población, se traduce en enfermedades y disminución de calidad de vida de las personas. El aprovechamiento de aguas subterráneas puede ser una alternativa viable para zonas a las que no tienen acceso de abastecimiento de agua para su consumo y así mitigar dicha problemática.

4. Educación de calidad

Una población que no posee estándares adecuados de calidad de educación, no tendrá los conocimientos para aprovechar el recurso agua de una manera consciente, indiferentemente del ámbito de donde provenga. Por ello estos objetivos están indirectamente relacionados uno de otro. (Ver Figura 19)



Figura 19. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (1,2,3,4)

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

12. Producción y consumo responsable

Este objetivo se refiere al aprovechamiento y uso de diferentes recursos explotados de diferentes formas por el ser humano, siendo el agua uno de los principales de ellos. Una producción y consumo responsable de este recurso es un parámetro sostenible básico, ya que este se encuentra enlazado directa e indirectamente con los demás objetivos de sostenibilidad y su buena aplicación se traduce en mejoras en diferentes aspectos en el desarrollo económico, en los objetivos 8, 9, 10 y 11, y social en los objetivos 1, 2, 3 y 4.

8. Trabajo decente y crecimiento económico

El crecimiento económico de un sector o población no puede darse de manera adecuada si carece de un suministro o aprovechamiento del recurso de manera óptima y de calidad. El adecuado uso de este está indirectamente relacionado con un

desenvolvimiento económico ideal del ser humano, de esta forma se encuentra relacionado con los objetivos 6 y 11.

9. Industria, innovación e infraestructura

El agua al estar involucrada en el crecimiento económico de la población, está directamente relacionada con el desarrollo de nuevas infraestructuras, que a su vez genera nuevos empleos, mejorando así la calidad de vida de las personas. De esta manera se encuentran involucrados diferentes objetivos entre sí.

10. Reducción de las desigualdades

Al realizarse una producción y consumo responsable del recurso agua, que se ve reflejado en un crecimiento y desarrollo económico que mejora la calidad de vida de la población, se genera una disminución de las desigualdades tanto sociales como económicas, haciendo referencia a los objetivos 8 y 9.

11. Ciudades y comunidades sostenibles

El crecimiento y desarrollo económico en un sector población, que además se basa en parámetros sostenibles para ello, se encuentra directamente relacionado con producción, aprovechamiento y uso responsable de recursos, el agua en este caso, tomando en cuenta diferentes objetivos simultáneamente. (Ver Figura 20)



Figura 20. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (8,9,10,11,12).

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

13. Acción por el clima

El aprovechamiento inadecuado de recurso puede afectar tanto directa como indirectamente parámetros climáticos a diferentes escalas dependiendo de la magnitud de impacto que se genere. En el caso del aprovechamiento de agua subterránea proveniente de acuíferos, la explotación inadecuada de este recurso se puede ver reflejada en parámetros climáticos como el ciclo del agua, reducción de humedales naturales, entre otros.

14. Vida submarina

El consumo inadecuado e irresponsable del agua obtenida directamente de la explotación de recursos naturales, también puede afectar de manera directa la vida en

distintos ecosistemas que pueden albergar los diferentes cuerpos de agua superficiales que pueden ser aprovechados para el uso del recurso.

15. Vida de ecosistemas terrestres

El aprovechamiento y la explotación de recursos naturales puede afectar directamente la fauna y flora de ecosistemas terrestres, ya que estos suelen generar impactos ambientales de diferentes magnitudes, pueden ir desde la tala de árboles, afectación del uso de suelos, además, la sobreexplotación del recurso agua puede afectar de forma considerable un ecosistema en todos los niveles, no solo terrestres. (Ver Figura 21)



Figura 21. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (13,14,15).

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

Para que todos los objetivos anteriormente mencionados puedan ser posibles dentro del marco de la sostenibilidad, son necesarias instituciones que cumplan las leyes y normativas planteadas en todos los ámbitos, que bien empleadas, puedan fomentar el crecimiento y desarrollo sostenible de una región o población.

17. Alianzas para lograr los objetivos

Finalmente, todos los objetivos anteriores convergen en el número 17, en el cual se plantean realizar alianzas tanto a nivel nacional como internacional con diferentes organismos los cuales se deben suscribir a acuerdos entre diferentes instituciones de carácter ambiental (universidades, gobiernos, etc.), los cuales se encargan de promover, fomentar y efectuar con éxito los diferentes objetivos de desarrollo sostenible en conjunto con instituciones bancarias nacionales e internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo Monetario Internacional (FMI) entre otros. (Ver Figura 22)



Figura 22. Esquema jerárquico con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (16,17).

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Si bien se ha conseguido progresar de manera sustancial a la hora de ampliar el acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable, dos de cada cinco

personas no disponen de una instalación básica destinada a lavarse las manos con agua y jabón, y más de 673 millones de personas aún defecan al aire libre.

En ese sentido, el acceso a agua potable y el saneamiento es considerado un “Derecho Humano” por las Naciones Unidas, por lo que hacerlo efectivo, además de obligante, permite el cumplimiento de uno de los objetivos propuestos. Lograr un suministro apropiado de agua es fundamental para una vida sana. Esto es aún más importante en espacios urbanos, donde la densidad poblacional exige de niveles de saneamiento que permitan mayores niveles de salubridad ambiental. Tres elementos deben estar presentes a la hora de revisar el servicio de agua potable y saneamiento: su cobertura, la continuidad del servicio y la calidad del mismo. Naturalmente un análisis adecuado no estaría completo si no se considerasen las inversiones realizadas en el sector y la eficiencia del manejo de los recursos financieros utilizados, de allí que la “Gestión del Agua” es un factor clave para lograr una prestación de servicio con altos estándares de calidad.

En la Región Central de Venezuela (Estados Aragua, Carabobo y Cojedes) existe un gran sistema para la producción, tratamiento y distribución de agua potable, denominado Sistema Regional del Centro (S.R.C), el cual en su momento de apertura hace 5 décadas tenía la capacidad de abastecer a la mayor parte de la población de los tres estados. Sin embargo, la producción actual es de 12.810 l/s, generándose un déficit de 6.470 l/s debido a múltiples causas entre las que se pueden mencionar fugas del SRC, pozos inoperativos, falta de equipamiento de materiales, equipos y parque automotor para poder realizar los traslados que sean requeridos para llevar a cabo las distintas actividades que involucra mantener operativo este sistema de abastecimiento, así como por consecuencias de falta de energía eléctrica imposibilitan un suministro continuo en diversos sectores de los estados. Esta situación ha provocado un colapso en la calidad de vida de muchos habitantes, impidiendo el desarrollo de los núcleos urbanos, por la limitación del recurso agua.

Debido a múltiples factores, tanto en la región central de Venezuela (Estados Aragua y Carabobo respectivamente) como en el resto del país la inmensa mayoría de

los embalses de agua para el consumo humano son cuencas receptoras de aguas residuales y la mayoría de las aguas descargadas a estas fuentes no son tratadas o en su defecto el tratamiento es insuficiente convirtiéndose en un problema para las aguas a potabilizar. Un caso específico es la cuenca del Río Pao en los Estados Carabobo y Cojedes (Embalses Pao Cachinche y Embalse Pao La Balsa) y en su menor medida el embalse de Camatagua en el Estado Aragua.

En relación a ello, es evidente que, en Venezuela, específicamente en la zona correspondiente al Municipio San Diego, debido al crecimiento poblacional y económico que ha experimentado en los últimos años, la garantía de la disponibilidad de agua no es posible de asegurar, así como también que se lleve a cabo bajo una gestión sostenible y que cuente con el saneamiento adecuado. En consecuencia, la población se ve en la necesidad de buscar alternativas para abastecerse del recurso hídrico, entre ellas destaca, la construcción de pozos profundos.

4.2.2 Importancia del agua

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones.

Por lo tanto, la supervivencia del ser humano depende de este vital recurso, para lograr su desarrollo, el agua y los sistemas de saneamiento no pueden estar separados. Ambos son vitales para reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones. Además, que es una cuestión de derechos, ya que a medida que crece la población mundial, se genera una necesidad creciente de conciliar la competencia entre las demandas comerciales de los recursos hídricos para que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades. En concreto, las mujeres y las niñas deben tener acceso a instalaciones de

saneamiento limpias y que respeten la privacidad para que puedan manejar la menstruación y la maternidad con dignidad y seguridad.

Así mismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) señala que el derecho humano al agua es disponer de un abastecimiento suficiente, regular y adecuado de agua potable para uso personal y doméstico, salubre, aceptable y a costos soportables, que garantice la salud y satisfaga necesidades de consumo, cocina e higiene como se presenta por parte del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR): Observación General N° 15 sobre el derecho al agua, 2002. Este mandato Venezuela lo suscribió en el año 2010; en la actualidad no se cumple a pesar de que el país cuenta con un territorio continental y marítimo de 2 millones de km², está dentro de los diez primeros países de la región Latinoamericana con reservas hídricas y entre los primeros 25 del mundo (FAO 2010), es decir el país cuenta con suficientes reservas de agua para abastecer la totalidad de su población.

Sin embargo, es un país rico en recursos hidrológicos sumergido en una Emergencia Humanitaria Compleja que impide, entre otros derechos, el acceso al agua potable y al saneamiento, debido a que la gestión de los recursos hídricos involucra: infraestructura, instituciones y un marco legal, no obstante, en 2018 el 82% de la población Venezolana, que equivalente a 28.621.000 personas, no recibía agua de manera continua y la que recibía esporádicamente es de dudosa calidad o no potable El Sistema Regional del Centro (SRCV es el caso emblemático, a nivel nacional, por los graves problemas de calidad, ya que recircula aguas contaminadas en su propio circuito.

Por otra parte, el desmantelamiento institucional de organismos rectores en materia de gestión de agua, las empresas hidrológicas sin supervisión, sin recursos, incumpliendo su trabajo, las plantas de potabilización convencionales impedidas de potabilizar el agua cruda por el alto nivel de contaminación de las aguas que reciben. Igualmente, la red de distribución de agua potable sin mantenimiento; bombas, válvulas y tuberías con tiempos de servicio que exceden la vida útil de las mismas y sin posibilidad de ser reemplazadas. (La falta de mantenimiento de las redes de

distribución de agua potable y de las conexiones domiciliarias provoca pérdidas de agua ya tratada. Existe una disminución drástica del servicio de recolección de aguas residuales. En el año 2011 se contabilizó una recolección de sólo un 30% de las aguas servidas de la población en Venezuela.

Bajo este marco de referencia se puede apreciar que la situación actual que se vive con respecto al acceso al agua potable se corresponde con una crisis socialmente construida frente a la incapacidad del ente rector gestionar de manera eficiente a fin de que los ciudadanos puedan tener acceso al mismo en cantidad, calidad y de manera permanente con amplia cobertura.

4.2.3 Uso sostenible de las aguas subterráneas

El agua es un recurso vulnerable, que se ve fácilmente afectado como consecuencia de las presiones generadas por el hombre. Estas acciones antrópicas pueden incidir sobre la cantidad del recurso, debido al uso intensivo, sin ningún tipo de planificación, originando procesos de sobreexplotación de los ríos y acuíferos y la afección a los sistemas naturales; también las presiones inciden sobre la calidad del agua, dando lugar a problemas de contaminación, que limitan su utilización para ciertos usos.

Dicho recurso ha pasado a constituir una cuestión social que requiere una gestión que aborde aspectos ecológicos, socioeconómicos y culturales. Esta múltiple concepción de su función conduce al concepto de desarrollo sostenible, es decir el aprovechamiento que permita favorecer hoy el desarrollo de actividades productivas y el aumento del bienestar humano a través de su consumo, pero sin poner en riesgo el desarrollo y bienestar futuro debido a un consumo desmedido o la degradación del recurso agua, así como de los ecosistemas y otros recursos naturales.

Se plantea que la gestión del agua requiere hoy una aproximación multisectorial, lo que extrema su complejidad y la acerca progresivamente a una gestión de conflictos entre los diversos participantes con intereses a menudo divergentes. Existe el conocimiento de que la solución no se encuentra en el ámbito puramente hidráulico, sino en el más amplio de la política territorial, en el marco del desarrollo rural, con

criterios económicos y sociales. La limitación de los recursos naturales disponibles es una evidencia. Es algo perceptible por parte del hombre. Sin embargo, esto no significa que el mundo más desarrollado haya tomado conciencia o haya valorado adecuadamente la trascendencia de esa limitación en orden a evitar el agotamiento irreversible de los mismos. Esta reflexión conduce al concepto de desarrollo sostenible, del que no queda marginado el agua como recurso natural imprescindible para la vida, pero finito, es decir, sujeto a limitaciones en cuanto a su posible demanda y sensible frente al deterioro de sus propiedades físico-químicas.

Como aprovechamiento sostenible, habría que entender, por tanto, en el caso de las aguas subterráneas, el volumen de agua que puede extraerse de un acuífero, que debe coincidir con el volumen disponible que se haya estimado, y que nunca podrá superar el máximo de los recursos renovables medios calculado. Si esto se hace así, el volumen extraído cumpliría con el máximo de garantía, y estará disponible en cualquier situación temporal.

El aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos y concretamente de las aguas subterráneas, requiere una estrategia de actuación que concilie los diferentes intereses: sociales, económicos y ambientales. Esta conciliación requiere actuar en dos direcciones, que con carácter preventivo deben coincidir al final. Por una parte, la investigación y el desarrollo tecnológico, y por otro lado, las normas jurídicas necesarias para implementar las diferentes acciones programadas (administrativas, planificación o gestión, entre otras).

Las acciones más relevantes, que pueden contribuir a un uso sostenible de las aguas subterráneas, se pueden resumir en las siguientes acciones:

1. Investigación hidrogeológica

Esta acción debe conducir a un mejor conocimiento de los acuíferos; cuando esto es así, se pueden plantear modelos de aprovechamiento más acordes con los parámetros actuales y gestionar adecuadamente los recursos.

2. Medidas de Control

Es necesario disponer de un control, que permita conocer la evolución de los niveles piezométricos y de la calidad natural de los acuíferos, es decir el seguimiento del estado químico, físico y cuantitativo.

3. Elaborar normas de aprovechamiento de cada acuífero

Sólo es posible hacer un uso sostenible de un acuífero, si se conocen sus recursos y los criterios hidrogeológicos, técnicos y ambientales que determinan el grado de disponibilidad del mismo.

4. Medidas de ahorro de agua y uso eficiente

Modernización de sistemas de abastecimiento, mediante la mejora de las infraestructuras e instalaciones acordes a condiciones y parámetros locales que inciden directamente en la cantidad de consumo del recurso, y disminuir las pérdidas en los sistemas de abastecimiento urbano y riego, entre otras posibles actuaciones.

5. Gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas

Realizar los respectivos análisis y estudios de aguas tanto superficiales como subterráneas, de manera que, en conjunto, puedan ser administradas de la manera más eficiente posible en el aprovechamiento del recurso.

6. Actualizar la normativa legal

Realizar los debidos cambios y actualizaciones en el ámbito legal que comprende la construcción de pozos profundos y el aprovechamiento de aguas subterráneas, de manera que estos sean realizados en el marco de la sostenibilidad.

7. Difusión y divulgación de la información

Facilitar el acceso a los diferentes usuarios de pozos profundos, de la información existente para el aprovechamiento sostenible de las aguas subterráneas.

4.2.4 Características del agua potable

El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores. Los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo basándose principalmente en sus sentidos. Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor

evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla.

En casos extremos, los consumidores pueden evitar ingerir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre. Es, por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas. Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden señalar cambios en la calidad del agua bruta o cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse. (Ver Tabla 17)

Tabla 17. Características del agua potable

DETERMINANTE	Unidades	Límite obligatorio	Límite recomendado
Color	mg/L escala Pt/Co	20	1
Turbiedad	UNT	2	0,5
Olor	Nº de dilución	2°C - 12°C	1
Sabor	Nº de dilución	2°C - 12°C	0
pH	Unidades de pH	pHs +/- 0,5	pHs +/- 0,2
Residuos secos	mg/L luego de secado a 180°C	1500	1000
Dureza	mg/L CaCO ₃	100<dureza<500	-

Fuente: Guía para la calidad del agua potable, Tercera Edición, Volumen 1, Organización Mundial de la Salud (OMS).

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

En cuanto, a las características del agua potable del Municipio San Diego, zona de estudio de la investigación, la empresa encargada (HIDROCENTRO) de suministrar

el recurso hídrico a dicha zona, no posee la información correspondiente en cuanto a las características mostradas en la Tabla 16, esto se evidencia en su página web donde al indagar sobre dichas características los datos que deberían formar parte de la tabla de valores se encuentra vacío, representando una limitación para establecer una comparación entre los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los valores que presenta el agua potable surtida por la anteriormente mencionada empresa.

4.2.5 Sobreexplotación de acuíferos

De forma sencilla, se puede definir, como la extracción del agua del mismo en una cantidad superior a la correspondiente a su alimentación, todo ello referido a un período de tiempo suficientemente largo como para diferenciar las consecuencias similares que tendrían períodos irregularmente secos. En consecuencia, el efecto más inmediato de la sobreexplotación sería el descenso continuado de los niveles piezométricos, que se acompaña normalmente del agotamiento de las surgencias. La sobreexplotación de acuíferos no resulta compatible con el desarrollo sostenible de un área ya que acaba con un recurso tan básico como es el agua.

Sin embargo, existen multitud de casos en los que la sobreexplotación se plantea como alternativa de desarrollo mientras llegan otros recursos, procedentes de otras cuencas o de origen diverso (desalación de aguas marinas, de aguas salobres, etc...). En lo que se refiere a su identificación, cuando se trata de acuíferos de gran extensión es muy difícil caracterizar adecuadamente los límites de la sobreexplotación, debido a las posibilidades existentes de alcanzar un nuevo equilibrio como consecuencia del avance espacial del frente de influencia.

Por lo tanto, en referencia al tema de estudio, es evidente que la construcción de pozos de agua representa una alternativa a la problemática que vive diariamente la población del Municipio San Diego, pero que a través de la misma logran desenvolverse y desarrollar sus actividades. Sin embargo, esto acarrea consecuencias como la sobreexplotación de los acuíferos, debido a que, si no se lleva a cabo bajo los términos establecidos, es decir, que se lleven a cabo los mecanismos de permisología

y estudios, se viola flagrantemente la ley, y finalmente ocasiona que no se tenga un registro y control de los pozos en fase de explotación en el Municipio.

4.2.6 Estudio de impacto ambiental

En las últimas décadas se ha observado en los países desarrollados un incremento en el interés por la contaminación del agua subterránea y por ende el impacto ambiental que pueda ocasionar el aprovechamiento de la misma, desarrollándose diversos sistemas de evaluación de la vulnerabilidad regional de acuíferos con objeto de elaborar mapas de sensibilidad y vulnerabilidad. Los proyectos de explotación del suelo, extracción de recursos y eliminación de residuos pueden producir efectos indeseables sobre el suelo y/o las aguas subterráneas en forma de cambios en cantidad y calidad, por lo tanto, al considerar los impactos de distintos tipos de proyectos sobre los recursos del suelo y las aguas subterráneas, debe prestarse atención a estos temas.

La extracción de aguas subterráneas da lugar a diversos tipos de problemas, entre los que cabe mencionar: la degradación de la calidad de las aguas bombeadas, principalmente en las zonas costeras, pero también en el interior del continente; el descenso excesivo de los niveles de agua en los pozos y en el acuífero, incluso con situaciones de agotamiento, y todo ello acompañado de un incremento de costos; la afección a cursos de aguas superficiales o lagos; la subsidencia o colapso del terreno, y los impactos ecológicos en ecosistemas acuáticos, principalmente en los humedales.

En algunos países desarrollados, donde la información existe, la metodología para las evaluaciones de los impactos ambientales, puede llegar a ser tan simple que requiere solamente del análisis de datos cualitativos de las condiciones hidrogeológicas y de las fuentes de carga contaminante para exportarlos con posterioridad a un sistema de información geográfico. Sin embargo, cuando se carece de información, como generalmente ocurre en Latinoamérica, los proyectos pueden llegar a ser tan complejos que deben de incluir, además de la descripción de las condiciones hidrogeológicas, la exploración y construcción de pozos de observación, muestreos de los materiales geológicos tanto en la zona no saturada como saturada, muestreos del agua, análisis

físicos, químicos y bacteriológicos, así como cuantificaciones de la recarga y descarga, evaluación de la carga contaminante, entre otros.

4.2.7 Referencias internacionales

Respecto a la problemática que se genera entorno al abastecimiento del recurso agua, es de importancia mencionar los siguientes casos:

- **Crisis del agua en Ciudad del Cabo, Sudáfrica:** En 2015 comenzó una sequía en la provincia Cabo Occidental de Sudáfrica, lo que resultó en una grave escasez de agua en la región, afectando principalmente a Ciudad del Cabo. A principios de 2018, con niveles de agua predispuestos para bajar a niveles críticamente bajos en abril, la ciudad anunció planes para el Día Cero, cuando si se alcanzaba un límite inferior de almacenamiento de agua, el suministro municipal de agua se cerraría en gran medida, convirtiendo a Ciudad del Cabo en la primera ciudad importante en quedar sin agua. A través de medidas de ahorro de agua y aumento del suministro de agua, en marzo de 2018 la ciudad había reducido su consumo diario de agua a cerca de 500 millones de litros por día, y para junio de 2018 este ahorro y la lluvia dio como resultado que los niveles de los embalses aumentasen al 43% de su capacidad, lo que provocó que Ciudad del Cabo anunciara que el Día Cero era improbable para 2019. Las restricciones de agua permanecerán en vigencia hasta que los niveles de almacenamiento alcancen el 85%. El 16 de julio de 2018 los niveles de almacenamiento de la presa habían alcanzado el 55,1%, y el 31 de agosto de 2018 los niveles de agua en seis grandes embalses de la ciudad alcanzaban el 65,3%.
- **El Problema del agua en la Ciudad de México:** Es una crisis que afecta a gran parte de la población de esta región. El problema de agua en la Ciudad de México se debe al uso ineficiente de los diversos servicios de agua y saneamientos dando paso a un problema de escasez en la región, provocada por la poca planeación urbana en la Ciudad de México. La demanda de agua

ha ido aumentando debido al incremento poblacional que hay en la región; una persona utiliza en promedio 300 l/s/día de agua, siendo el doble de lo que consumen ciudades como Monterrey o Sao Paulo. El crecimiento industrial, la sobreexplotación y la contaminación son factores importantes para tomar en cuenta la escasez de agua en el Valle de México, afectando a las regiones adyacentes.

Debido a su localidad, el Valle de México, una problemática que se presenta es que con el paso del tiempo la Ciudad de ha ido hundiendo entre 6 a 28 centímetros al año provocando un incremento de fallas en las tuberías a las que no se les puede dar el servicio necesario conforme van apareciendo. Otra razón por las cuales hay una demanda más grande de agua en la región es debido al cambio climático; están las altas temperaturas y las sequías que hay en la zona. Como se mencionó anteriormente esto demanda mayor cantidad de agua, incrementando la demanda de agua requerida de las zonas de reserva y los costos.

4.2.8 Criterios nacionales para la construcción de pozos

A través de diferentes leyes, decretos y normas, a la construcción de pozos profundos de agua se le han adaptado lo largo de los años, normativas específicas para la evaluación de impacto ambiental, y poder realizar de manera óptima el aprovechamiento del recurso. En sus figuras legislativas amplían y concretan los supuestos para la aplicación de evaluación de impacto ambiental, previamente a la autorización de un proyecto o una actividad, y clasifican el procedimiento a aplicar y los estudios necesarios en distintas categorías, en función del grado de profundización que se exija, por lo tanto, se presenta la siguiente tabla para mostrar los criterios que contempla la ley bajo aspectos de sostenibilidad. (Ver Tabla 18)

Tabla 18. Consolidación de los criterios nacionales y regionales para llevar a cabo la construcción de un pozo profundo.

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Internacional	Guías para la calidad del agua potable, tercera edición	Calidad del agua potable	Como base para la elaboración de reglamentos y normas orientados a garantizar la inocuidad del agua potable
Nacional	Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.800. Art.127°	Protección del medio ambiente	Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro
	Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.800. Art.128°	Política de ordenación del territorio	Es una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, económicas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Nacional	Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 4044	Normas sanitarias	Es una resolución conjunta por la cual se dictan las Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones
	Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 36.289. Decreto No. 2.048	Normas para la construcción	Normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable
	Norma Venezolana COVENIN 589-97, Código de prácticas para la construcción de pozos de agua, 1979	Normas para la construcción	Este condigo se aplica a la perforación y construcción de pozos de agua individuales

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Nacional	Ley Orgánica del Ambiente (LOA, 2006). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.833. Art. 55°, Art. 56° y Art. 57°	Gestión, conservación y sustentabilidad del agua	Estos artículos presentados en dicha ley, son una base fundamental en el aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas en el marco de la sostenibilidad
	Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 3.238. Art 5°	Ordenación de territorio	En ella están planteados los planes de aprovechamientos de recursos en el país, entre estos el agua subterránea, con el fin de llevar a cabo una gestión responsable, proteger y desarrollar de manera sostenible
	Decreto No. 1.257, Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.	Evaluación ambiental	Tiene por objeto establecer los procedimientos conforme a los cuales se realizará la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Nacional	Decreto No. 1.257, Normas sobre la regulación y el control del aprovechamiento de los recursos hídricos y de las cuencas hidrográficas.	Regulación y control de recursos hídricos	Tienen por objeto desarrollar las disposiciones sobre recursos hídricos y cuencas hidrográficas contenidas en la Ley Orgánica del Ambiente
	Decreto N. 883, Normas Para La Clasificación Y El Control De La Calidad De Los Cuerpos De Agua Y Vertidos O Efluentes Líquidos.	Clasificación y control de calidad del agua	Este Decreto tiene por objeto establecer las normas orientadas a conservar y mejorar la calidad de los cuerpos de agua mediante el control de los vertidos de efluentes líquidos
	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 36.395	Normas sanitarias	En esta norma se contemplan todos los parámetros a tomar en cuenta para catalogar el agua como potable

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Nacional	Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.595 Decreto No. 3.367	Ley de conservación y aprovechamiento o sustentable	Tiene por objeto garantizar su protección, uso y recuperación, respetando el ciclo hidrológico, mediante la conservación y aprovechamiento o sostenible del recurso
Regional	Gaceta municipal de San Diego Artículo 36 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, ordinal 3º	Plan de Desarrollo Urbano Local	Es una herramienta de planificación para organizar el entorno urbano, orientado a un desarrollo articulado, coherente y concentrado
	Gaceta municipal de San Diego Artículo 6, ordenanza sobre gaceta municipal	Ley de conservación y aprovechamiento o sustentable	Tiene por objeto desarrollar la competencia del municipio en materia de protección, prevención, defensa y mejora del medio ambiente y los servicios de cooperación para el saneamiento ambiental

Figura legislativa		Procedimiento administrativo	Tipo de actuación
Regional	Gaceta oficial N° 33.868, Ley Orgánica de ordenación urbanística	Ordenación de territorio	Tiene por objeto la ordenación del desarrollo urbanístico en todo el territorio nacional con el fin de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Fase III. Establecer los parámetros locales para la construcción de un pozo de agua en el municipio San Diego estado Carabobo

4.3.1 Parámetros locales establecidos

De acuerdo a la información suministrada por parte de la Alcaldía de San Diego a los autores, los lineamientos para la explotación de las aguas subterráneas, con fines de atender necesidades de los consumos: domésticos, comerciales, industriales o agropecuarios, están tipificados en la ley vigente de aguas, bajo la responsabilidad de su aplicabilidad y cumplimiento, en el Ministerio del Ambiente con el apoyo de la Guardia Nacional Ambiental. Se recurre a la explotación de las aguas subterráneas cuando existe un déficit en el servicio de suministro del recurso hídrico, debido que el agua es el recurso más indispensable e insustituible para la vida animal racional e irracional, vegetal o acuática. No hay esquema de desarrollo, que al hombre se le ocurra ejecutar, si previamente no estudia de donde obtener el agua, para la consolidación de lo planteado.

La ley prevé, que cuando un interesado requiere del servicio del agua para llevar adelante cualquier esquema de desarrollo, debe acudir al análisis de la Ley de Aguas y

al organismo correspondiente, para ajustarse a lo señalado en los requisitos sean para el uso de fuentes superficiales o subterráneas. Como, por ejemplo: una persona o una empresa, desea desarrollar un urbanismo en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, debe seguir el siguiente procedimiento (Ver Anexo E), a continuación, se refleja de forma sintetizada en un diagrama de flujo. (Ver Figura 23)

Igualmente, se debe destacar la planilla (Ver Anexo F), suministrada por el Ministerio de Ecosocialismo para los recaudos para trámite de autorización de perforación de pozo (exploratorio).

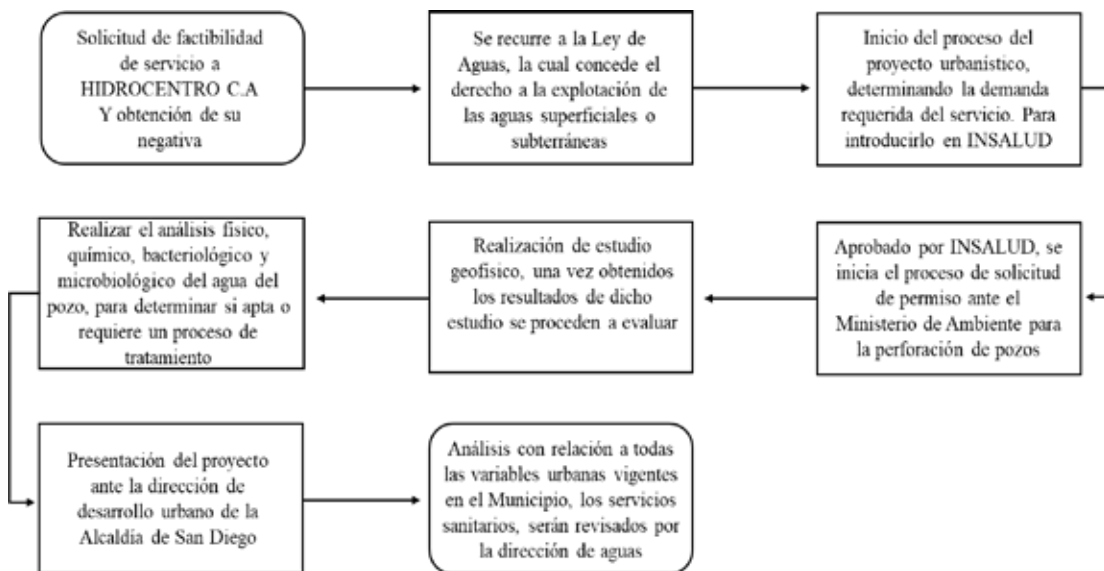


Figura 23. Diagrama de flujo del procedimiento establecido por la Alcaldía del Municipio San Diego.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

En la actualidad, dada la crisis creciente de la problemática de la calidad y cantidad agua suministrada por HIDROCENTRO, y no la requerida por la población de la Gran Valencia, conformada por los Municipios: Valencia, Naguanagua, Libertador, Los Guayos y San Diego, los usuarios se han visto en la necesidad para poder cubrir sus demandas de agua en cantidad y calidad, a perforar pozos en forma indiscriminada, lo cual está causando una sobreexplotación de los acuíferos del toda el área de la Gran Valencia, con los altos riesgos de bajar los niveles de los acuíferos e

incluso hasta llegar a secarlos, lo cual implica la posibilidad de su recarga o de tardar hasta centenas de años en su recuperación.

Como nota al margen, es de resaltar que toda la población de la Gran Valencia, requiere en la actualidad un volumen aproximado de 7.000,00 l/s de agua, los cuales pudieran ser suministrados desde el embalse de Pao-Cachinche, como fuente fundamental del Sistema Regional del Centro I, pero, dado que el actual gobierno tomó la decisión de trasvasar 6.000,00 l/s del Lago de Valencia hacia el embalse de Pao-Cachinche, fue afectando substancialmente la calidad del aguas del embalse, hasta alcanzar niveles de afectación que no pueden ser procesados en la planta potabilizadora Alejo Zuloaga, debido al método empleado para potabilizar el agua, el cual nos es óptimo para el nivel de contaminación de las aguas provenientes del embalse Pao Cachinche, creándose la actual situación de crisis en la Gran Valencia.

4.3.2 Programa de recarga de acuíferos

Primeramente, la recarga de un acuífero es la entrada de agua dentro de la zona saturada donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas, esta entrada puede darse de dos maneras, por un movimiento descendente del agua debido a las fuerzas de gravedad y luego de presentarse un movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo. Estimar su recarga permite determinar la cantidad de agua que llega a ellos, su calidad, procedencia y las zonas donde se presenta recarga o descarga del flujo subterráneo, por este motivo su cuantificación es un aspecto incluido dentro de estudios referentes a los recursos de agua subterránea, al transporte de contaminantes, a la subsidencia o al diseño de campos de pozos.

Su recarga puede darse naturalmente debido a la precipitación, a las aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos.

La UNESCO en 2002, inició el programa Estrategias para el Manejo de Recarga de Acuíferos (MAR, por sus siglas en inglés) en regiones semiáridas, cuyo objetivo es ampliar los recursos hídricos y mejorar la calidad del agua de formas que sean apropiadas, ambientalmente sustentables, técnicamente viables, económicas y socialmente deseables. Integrar el manejo de recarga de acuíferos permite abordar de forma local los efectos del cambio climático, la población y la producción de alimentos. Por lo tanto, contar con un programa de recarga de acuíferos resulta realmente favorable para que se dé un manejo adecuado a los acuíferos.

4.3.3 Comparación y análisis de las respuestas

El cuestionario (*Ver Anexo G*), se aplicó a 5 profesionales capaces de desenvolverse con facilidad en la temática que abarca el mismo, bajo el formato de Google, permitiendo de esta manera, que la entrega y resolución de dicho cuestionario se llevara a cabo de forma interactiva, con fácil acceso y disponibilidad. Las respuestas expresadas por dichos profesionales (*Ver Anexo H*), se presenta a continuación, mediante el uso de gráficos. (*Ver Figura 24-33*)

Pregunta 1: ¿Cuál es su punto de vista en referencia a la situación que sufre el país, sobre el suministro de agua potable para abastecimiento urbano?

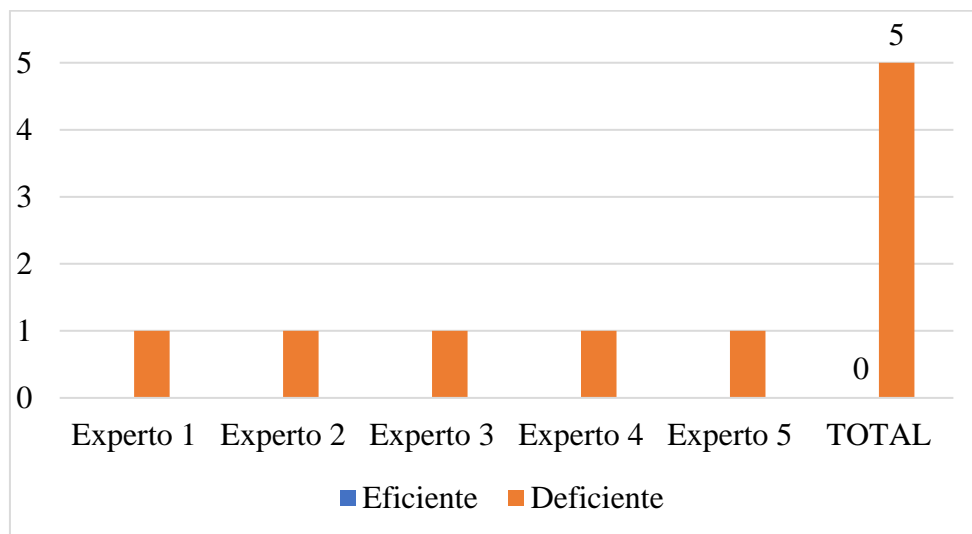


Figura 24. Resultados de la pregunta Nro. 1 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Es notorio que los expertos coinciden en que la situación actual respecto al suministro de agua potable para el abastecimiento urbano es realmente crítica, producto de la falta mantenimiento y la toma de acciones por parte de las autoridades encargadas, generando a su vez que la calidad del recurso y la cantidad se vean afectadas gravemente.

Pregunta 2: ¿Qué opinión tiene sobre la construcción de pozos de agua, a través de tuberías de alimentación, como alternativa a la problemática del suministro de agua potable para abastecimiento urbano, que enfrenta el país?

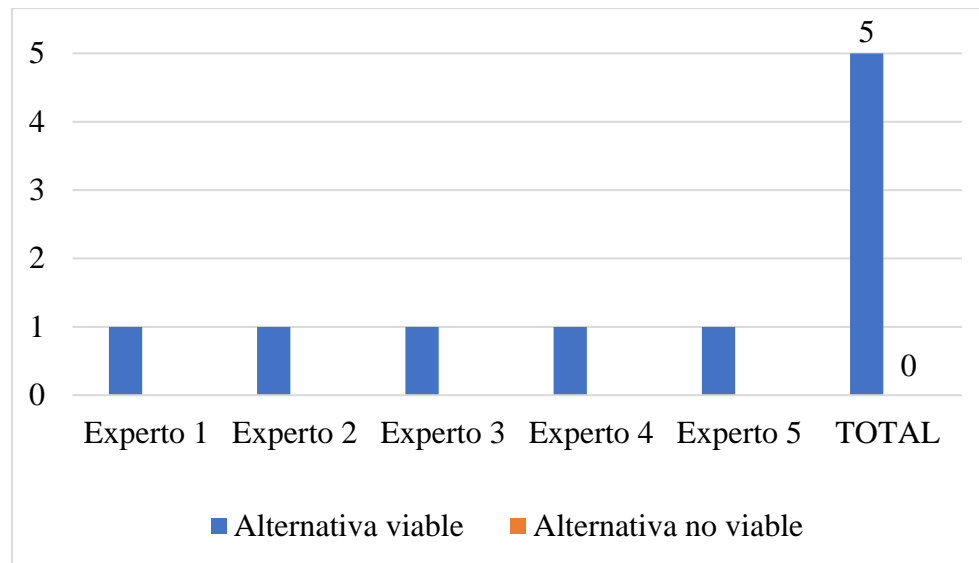


Figura 25. Resultados de la pregunta Nro. 2 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

En cuanto a la construcción de pozos de agua como alternativa a la problemática del suministro del vital recurso, la mayoría lo considera como una alternativa que se debe tomar como solución para poder suplir las necesidades que experimenta la población en su día a día. Sin embargo, coinciden en que dicho proceso se debe llevar a cabo con la suficiente responsabilidad para no causar estragos en el área ambiental principalmente.

Pregunta 3: ¿Conoce usted el proceso de construcción de pozos de agua profundos para el suministro de agua potable para abastecimiento urbano?

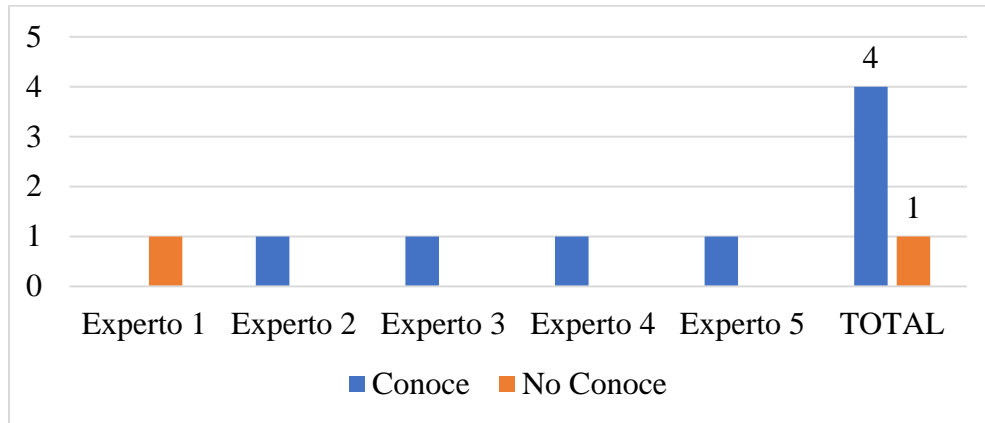


Figura 26. Resultados de la pregunta Nro. 3 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

De esta forma, se constata que la mayoría domina y tiene el conocimiento necesario respecto a la temática de estudio.

Pregunta 4: ¿Cómo describe la situación actual de la prospección de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano? ¿Cuál es su opinión en referencia a la situación actual del tema de la construcción de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano?

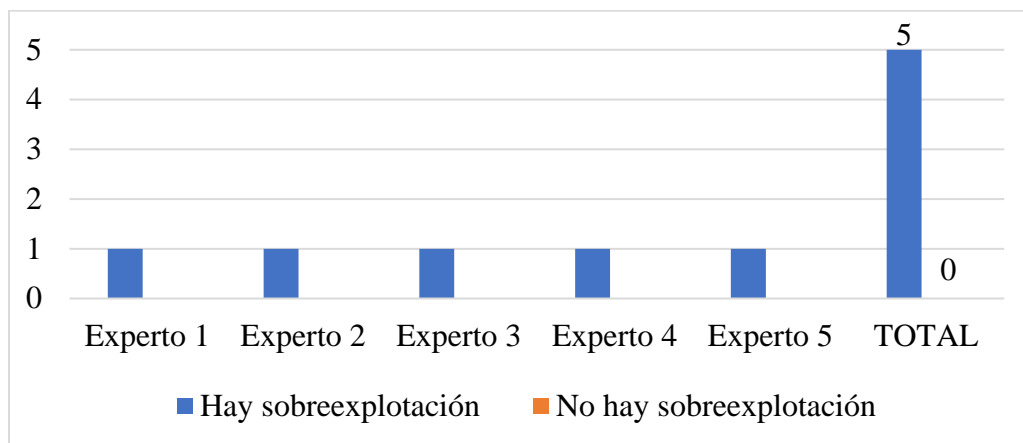


Figura 27. Resultados de la pregunta Nro. 4 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Debido a la problemática existente respecto al suministro de agua potable, los expertos enfatizan que la forma en que se está llevando a cabo la prospección y construcción de los pozos no es la adecuada y que, con ello, se está poniendo en riesgo a los acuíferos involucrados, en cuanto a la vida útil y sobreexplotación de los mismo. Es decir, que no se respeta ni se cumple con las normativas establecidas.

Pregunta 5: ¿Considera adecuado la forma en la que se lleva a cabo la prospección y construcción de pozos de agua profundos, para abastecimiento urbano?

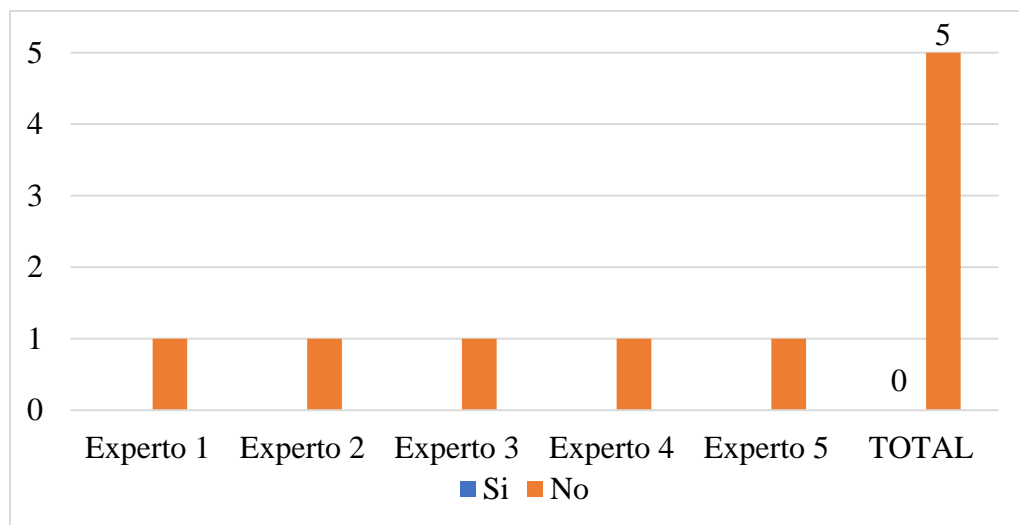


Figura 28. Resultados de la pregunta Nro. 5 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Los expertos consideran que no es adecuada la forma en la se está llevando a cabo la prospección y construcción de pozos de agua profundos. Ya que no se rigen por la normativa establecida, colocando en una posición de riesgo en cuanto a la parte ambiental se refiere.

Pregunta 6: ¿Conoce usted los procedimientos a seguir y los entes a los cuales se debe acudir para tramitar la solicitud para la construcción de pozos de aguas profundos?

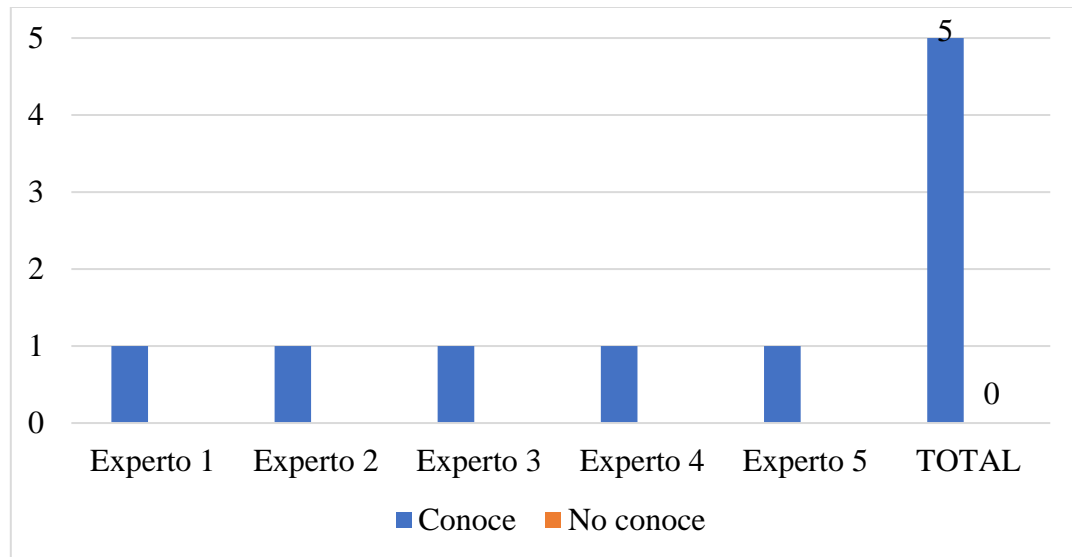


Figura 29. Resultados de la pregunta Nro. 6 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

La mayoría tiene conocimiento de los procedimientos a seguir y los entes a los cuales debe acudir para realizar el trámite de solicitud para construcción de un pozo. Sin embargo, también se evidencia que los estos trámites pueden llegar a ser complicados de realizar.

Pregunta 7: Debido a la aparente falta de control y monitoreo al otorgar los permisos para la construcción y control de pozos profundos ¿Cómo cree que se pueden ver afectados los acuíferos debido a la sobreexplotación que puede existir? ¿Qué consecuencias puede acarrear la aparente falta de control y monitoreo de permisos de construcción de pozos profundos, para el abastecimiento urbano?

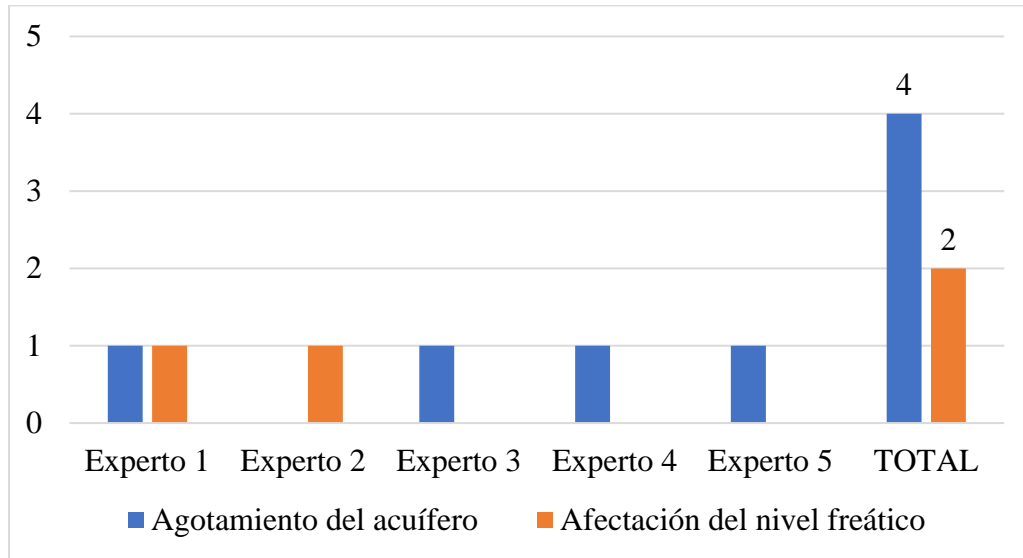


Figura 30. Resultados de la pregunta Nro. 7 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Se destaca como una consecuencia directa el agotamiento del acuífero y afectación en el nivel freático, y como consecuencia del descenso del mismo se puede llegar al agotamiento del acuífero, por lo tanto, el pozo no tendría el rendimiento adecuado. Además, que la falta de control y monitoreo genera un desconocimiento que se traduce en afectaciones negativas hacia los pozos existentes como los acuíferos involucrados.

Pregunta 8: Debido al crecimiento poblacional que experimenta el Municipio San Diego, y por lo tanto; un aumento considerable de los gastos de demanda de agua para abastecimiento urbano, respecto al que se tenía contemplado en los últimos años: ¿Considera Ud. que es necesario la formulación de parámetros locales actualizados para llevar a cabo la prospección y construcción de pozos profundos?

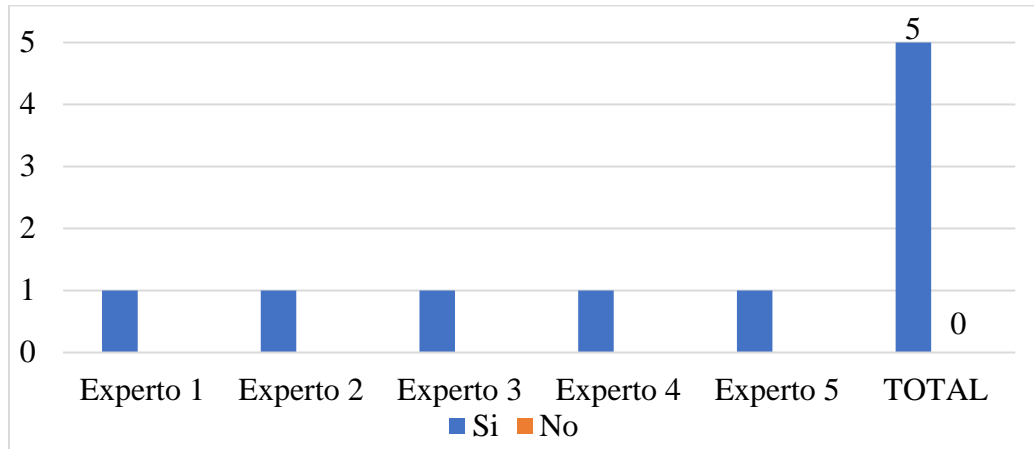


Figura 31. Resultados de la pregunta Nro. 8 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Los expertos concuerdan en la necesidad de la formulación de parámetros locales actualizados.

Pregunta 9: En virtud del crecimiento poblacional del municipio San Diego, y con esto el aumento de los consumos de agua potable, ¿considera adecuado la inclusión de los criterios de sostenibilidad en los estudios?

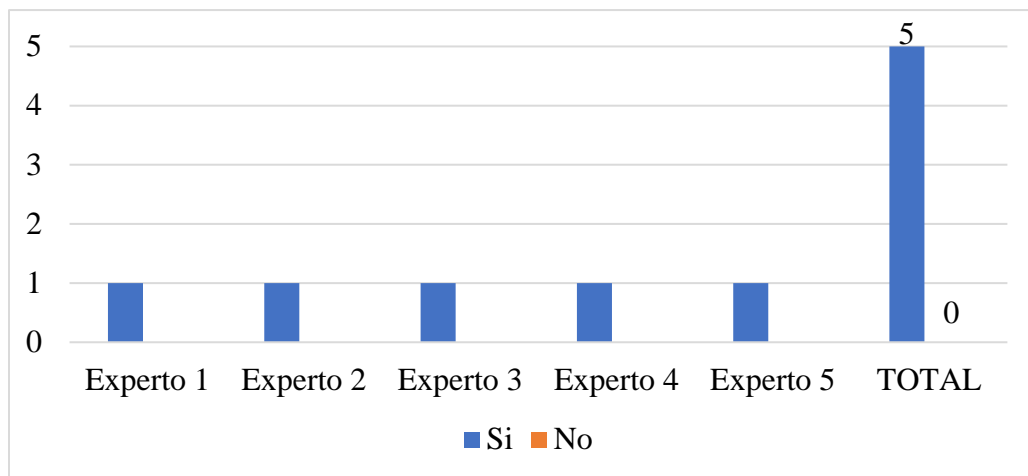


Figura 32. Resultados de la pregunta Nro. 9 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Todos los expertos coinciden en que es adecuado la inclusión de los criterios de sostenibilidad.

Pregunta 10: De acuerdo con los criterios nacionales que existen y que rigen la prospección y construcción de pozos profundos, así como también el aprovechamiento del recurso agua y su preservación ¿Qué aspectos importantes se puede resaltar para tomarlos en cuenta en la definición de los parámetros locales?

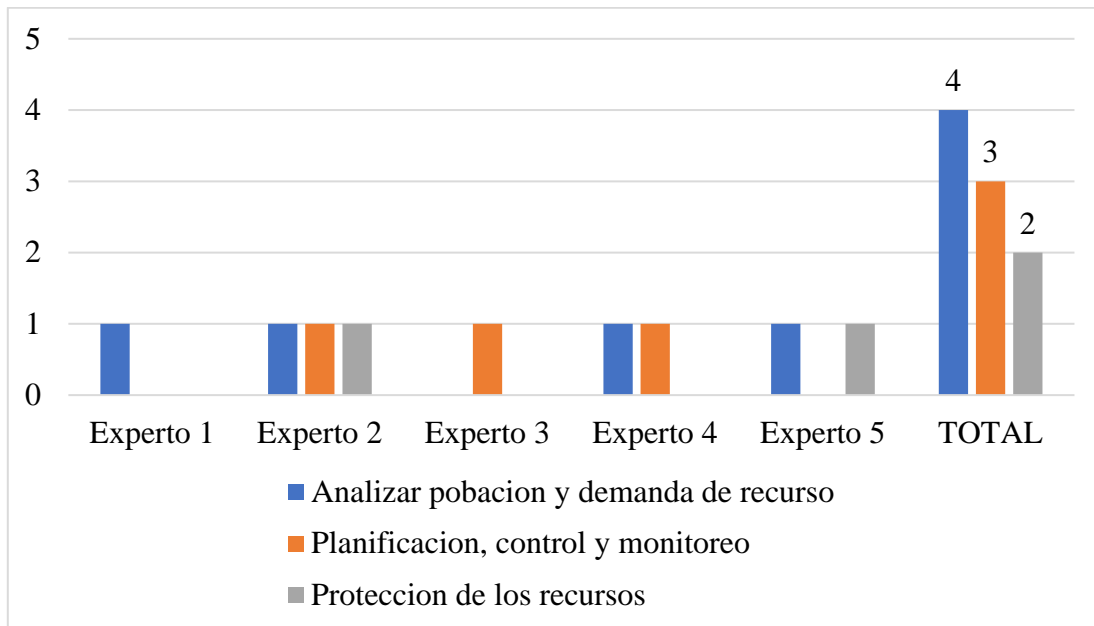


Figura 33. Resultados de la pregunta Nro. 10 del Cuestionario.

Fuente: González Y Ramírez. (2020)

Observaciones:

Resalta entre los aspectos mencionados por los expertos, tomar en cuenta primeramente a la población actual y la evaluación de su demanda con respecto al recurso agua. La planificación, el control y monitoreo para llevar a cabo el proceso de prospección y construcción de los pozos de agua profundos, involucrar más la protección de los recursos ambientales, así como hacer cumplir las leyes y normativas establecidas.

Fase IV. Proponer los lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles en el municipio San Diego.

4.4.1 Etapas a desarrollar en la construcción de un pozo profundo

4.4.1.1 Localización

En la localización de un pozo de abastecimiento público lo más importante a tener en cuenta es:

- Altura topográfica

En lo posible se debe localizar en un sitio alto para ganar presión al distribuir el agua. Sin embargo, muchas veces el mejor sitio para perforar un pozo se localiza en las partes bajas. El agua se debe buscar donde está, no donde se quiere y a veces no hay. Es mejor conducir el agua por tubería que garantiza un suministro continuo, a un pozo deficiente que no produce la cantidad de agua necesaria.

- Localización de focos de contaminación

Se deben ubicar todos los focos de contaminación cercanos al sitio del pozo, como rellenos sanitarios, basureros, lagunas de tratamiento de aguas residuales domésticas, municipales e industriales, tanques sépticos y sus campos de infiltración si los tienen, pozos de absorción, letrinas y todos los sistemas que descarguen aguas residuales al suelo o a otro pozo de agua abandonado. También se deben tener en cuenta las estaciones de servicio de venta de combustibles, por el peligro de la filtración de los tanques enterrados o de cualquier otro tipo de tanque enterrado o en superficie que tenga materiales tóxicos. La distancia mínima que debe existir entre un pozo y una letrina, un tanque séptico o un pozo de absorción es de 50 metros. La distancia mínima que debe existir con respecto a un relleno sanitario, basurero, un tanque enterrado con tóxicos, es de 500 m.

Estas distancias se deben tomar como indicativas solamente y sirven como normas generales de protección. Esta distancia depende de las características del suelo y del subsuelo, de su capacidad de eliminar o dejar mover los contaminantes. Tener en cuenta la localización de la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento en el

caso de que estén contruidos. Cuando aún no se han construido lo mejor es tener toda la infraestructura junto al pozo: sistema de tratamiento y tanque de almacenamiento. Si el pozo es de reemplazo debe quedar a una distancia mínima de 50 m del antiguo, el cual debe ser sellado rigurosamente.

4.4.1.2 Sello sanitario

En un pozo de abastecimiento público la construcción del sello sanitario es lo que primero se debe hacer para evitar cualquier riesgo de contaminación desde el inicio de la perforación. Inicialmente se hace una perforación de un diámetro tal que permita la instalación de un tubo metálico de un diámetro mayor que la tubería de revestimiento del pozo más el filtro de grava. En el espacio anular entre el hueco perforado y el tubo metálico se instala una lechada de cemento de un espesor mínimo de tres pulgadas. Su profundidad depende de las características de diseño del pozo. El cemento debe ser inyectado con una bomba por medio de tubería. El fondo del sello debe quedar apoyado sobre una roca o capa impermeable, como arcilla, para garantizar un mayor grado de impermeabilización.

4.4.1.3 Perforación

La perforación se realiza con un equipo de rotación, por el sistema de circulación directa, se utilizan brocas tricónicas, tipo piña y el fluido de perforación es lodo bentonítico. Inicialmente se hace un sondeo exploratorio en diámetro pequeño 8" o 12" hasta la profundidad total, luego después de definido el diseño del pozo se amplía a los diámetros y profundidades definitivas.

Los controles más importantes que se deben llevar son: Rata de perforación para determinar la dureza del terreno. Viscosidad y densidad del lodo de perforación para mantener la circulación de lodo en forma constante. Recolección de las muestras de las capas perforadas para hacer el diseño del pozo. Cantidad de bentonita utilizada. Lo importante en este proceso es que se mantenga una circulación constante del lodo de perforación que garantice la extracción de los sedimentos perforados y la estabilidad de las paredes del pozo.

4.4.1.4 Muestreo y columna litológica

Las muestras de las capas atravesadas en la perforación se colectan metro a metro, en la boca del pozo, luego de limpiarlas un poco se almacenan en bolsas plásticas y se van enumerando conforme a la profundidad donde se vayan encontrando. Así se obtiene lo que se llama el perfil "estratigráfico o litológico" del pozo, el cual es importante para su diseño. Las muestras se analizan macroscópicamente en el campo y se representan gráficamente. Las muestras de arena que vayan a ser captadas con filtros deben ser analizadas para determinar su granulometría y diseñar el tamaño del filtro de grava.

4.4.1.5 Diseño del pozo

Las bases técnicas para diseñar un pozo son:

- Perfil estratigráfico:

Permite observar físicamente las características de cada uno de las capas perforadas y su localización en profundidad.

- Registro eléctrico:

Permite localizar en forma precisa la ubicación de los acuíferos, sitios donde se instalan los filtros de captación del agua.

- Análisis granulométricos de los acuíferos a captar:

En caso de que estén compuestos por arenas o areniscas. Con base en estos análisis se debe determinar el tamaño del filtro de grava cuya función es retener la arena del acuífero captado. Con base en el tamaño de la grava se selecciona la abertura de las ranuras del filtro.

- Rata de perforación del sondeo exploratorio:

Permite definir la dureza de las capas perforadas. Calidad química del agua de la zona. Con base en la cual se debe seleccionar la calidad del material de la tubería de revestimiento, especialmente de los filtros para garantizar una larga vida útil del pozo.

- Parámetros hidráulicos de los pozos de la zona:

Si se conocen se puede determinar en forma aproximada el abatimiento que presentará el pozo para determinado caudal y así definir a partir de que profundidad se instalan los filtros y la profundidad de instalación de la bomba.

4.4.1.6 Perfil de diseño del pozo.

La profundidad del pozo, la longitud y ubicación de los filtros se determinan con base en el perfil litológico y el registro eléctrico. Se representa el perfil litológico gráficamente y se compara con el registro eléctrico a la misma escala en profundidad y se obtiene el perfil del pozo. Los filtros se ubican en frente de los acuíferos seleccionados a captar y su longitud depende del caudal a extraer y del diámetro seleccionado. La profundidad del pozo se define una vez que se contabilice la suficiente longitud de filtros para obtener el caudal requerido.

4.4.1.7 Desarrollo del pozo

Tiene como objetivo lograr el máximo rendimiento posible, es decir la mayor capacidad específica. El abatimiento que se produce en un pozo se representa con la siguiente ecuación: $s = B*Q + C*Q^2$

Donde el coeficiente B representa las pérdidas de carga en el acuífero captado, es decir, son propias del acuífero en su estado natural de flujo laminar y C el coeficiente de pérdidas de carga en el pozo cuando se bombea. En el desarrollo del pozo lo que se busca es que el valor de este coeficiente C sea muy pequeño, que tienda a cero, para lograr la máxima eficiencia de rendimiento del pozo. Para lograr esto es necesario:

- Eliminar todo el lodo de perforación.
- Eliminar finos (arenas o sedimentos finos) en un entorno suficientemente grande alrededor de los filtros del pozo.
- Estabilizar naturalmente la formación y el filtro de grava instalado.
- Disolver y remover la costra de bentonita formada sobre las capas acuíferas durante la perforación y el entubado.

4.4.1.8 Eficiencia del pozo

La eficiencia indica que tan bien o mal quedó construido un pozo o como es su rendimiento en determinado momento.

$$\text{Eficiencia(E)} = \frac{\text{Abatimiento teorico}}{\text{Abatimiento real}} = \%$$

El abatimiento teórico es el que presentaría el pozo sino se produjeran pérdidas de carga cuando el agua pasa del acuífero al pozo y luego hasta la superficie del terreno, luego este valor debe coincidir con el primer término de la ecuación de comportamiento hidráulico.

Abatimiento teórico = SO

Abatimiento real se mide en el pozo y es igual a SO + CO², por lo tanto:

$$\text{Eficiencia(E)} = \frac{\text{SO}}{\text{SO} + \text{CO}^2}$$

La eficiencia se da en porcentaje (%). Las eficiencias más comunes de pozos bien construidos oscilan entre 70% y 80%. Porcentajes menores del 70% ya indican problemas en el pozo, luego el cálculo de la ecuación de comportamiento hidráulico y su eficiencia son herramientas importantes para establecer el estado de rendimiento de los pozos y programar su mantenimiento en el momento indicado.

Para realizar este tipo de ensayos en un pozo en operación se pueden programar a caudal creciente, en la forma antes indicada, pero los tiempos de bombeo de cada ciclo deben ser de UNA HORA. Es decir, que con 3 o 4 horas de bombeo se obtienen los datos necesarios para calcular la ecuación y la eficiencia del pozo. Lo único que hay que tener en cuenta es que como los ciclos apenas duran una hora, la medida de los niveles debe hacerse más frecuentes, con intervalos de tiempo de 5 minutos durante cada ciclo.

4.4.1.9 Caudal óptimo de aprovechamiento

El caudal óptimo de aprovechamiento de un pozo es el que se puede extraer a máxima eficiencia, teniendo en cuenta que la velocidad de entrada del agua sea menor de 3 centímetros por segundo y que el primer filtro superior del pozo se localice

siempre por debajo del nivel de bombeo y de la profundidad de instalación de la bomba. Si este caudal es similar al caudal requerido, se verifica el buen diseño y construcción del pozo.

4.4.2 Operación de un pozo profundo

4.4.2.1 Observaciones y medidas diarias

Para asegurar el óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil de un pozo profundo un operador diariamente debe:

- Medir los niveles del agua en el pozo antes de prender la bomba y durante el bombeo, es decir, el nivel estático y los niveles de bombeo.
- Aforar el caudal del pozo o leerlo en el contador.
- Observar cómo sale el agua en el tubo de descarga, si tiene arena, sedimentos, grava, etc. y anotar las anomalías.
- Registrar las medidas del voltaje en la línea leídas en el monitor.
- Registrar las medidas de voltaje y amperaje del motor.
- Medir las revoluciones del motor y/o la bomba si es una turbina de eje vertical.
- Registrar las lecturas de presión del manómetro.
- Registrar el tiempo de operación diario.
- Medir la temperatura del agua.
- Observar el "orificio" de alimentación del filtro de grava para ir completándolo en la medida que descienda en el pozo.
- Registrar el tiempo entre arranques sucesivos del motor sumergible.

4.4.2.2 Labores complementarias

- Mantener limpio el tablero de control, libre de polvo y humedad.
- Apretar cables sueltos o flojos.
- Observar y anotar en la hoja de reporte diario vibraciones, golpes hidráulicos, ruidos y cualquier anomalía que se presente durante el funcionamiento del pozo.

- Controlar fugas de agua en las tuberías de descarga y conducción.
- Lavar y desinfectar el tanque de almacenamiento periódicamente.
- Mantenimiento del sistema de tratamiento, si existe.
- Tomar muestras de agua para análisis de calidad.
- Mantener la caseta del pozo limpia y seca.
- Mantener los oídos de los filtros de grava limpios y protegidos.
- Evitar la entrada de personas extrañas o animales a la caseta de operación.

Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas que se utilizan para realizar las labores de operación son:

- Sonda eléctrica
- Cinta metálica
- Reloj o cronómetro
- Voltímetro tipo gancho
- Amperímetro tipo gancho
- Termómetro
- Tacómetro para pozo con bomba turbina para medir las revoluciones por minuto del motor de la bomba
- Alicates, destornilladores, llaves de tubo, etc.
- Utensilios de limpieza

4.4.2.3 Recomendaciones sobre problemas comunes de operación

- Si el agua sale con arena, no apague la bomba, cierre parcialmente la válvula de compuerta, en la medida que disminuya el contenido de arena hasta que el pozo deje de producirla y se estabilice vuelva a abrir toda la válvula.
- Si el contenido de arena en el agua es alto y su producción es continua por más de diez (10) minutos después de haberse iniciado el bombeo, lo que se debe hacer es revisar el pozo y programar su mantenimiento para controlar la

entrada de arena. La arena es uno de los enemigos principales de los pozos, las bombas y motores sumergibles.

- En los pozos con bomba turbina, se debe poner especial atención a cualquier ruido anormal, vibraciones del eje de la bomba, desalineamiento, ruidos en el engranaje o el motor y anotar las anomalías.
- Si el pozo tiene electrodos de control de nivel de agua, con la medida de los niveles de agua con la sonda eléctrica se puede comprobar su estado de funcionamiento en caso de que se disparen frecuentemente.
- Cuando el tanque de almacenamiento tiene instalado un electrodo de control de nivel para que encienda el motor automáticamente, se debe llevar el control del número de arranques durante 24 horas para establecer en que relación está con el número máximo de arranques permitido y proteger el motor.

4.4.2.4 Causas de la disminución de rendimiento de un pozo

- La obstrucción de los filtros y los alrededores del pozo con incrustaciones químicas, bacteriológicas y mecánicas.
- Descenso excesivo del nivel de bombeo por interferencias de pozos cercanos y veranos prolongados.
- Desgaste de la bomba por envejecimiento, mala calidad de los materiales o instalación deficiente.
- Corrosión de la tubería o filtros que pueden producir el derrumbamiento del pozo y pérdida total de las instalaciones sino es corregida a tiempo.

Ü Incrustación

La incrustación es la causa más común de disminución de la capacidad específica o rendimiento de un pozo, provocada por una resistencia excesiva al flujo de agua hacia él. Esto se produce cuando los filtros, el filtro de grava y las formaciones alrededor del pozo se obstruyen con depósitos que podrían ser sedimentos (arena y arcilla), minerales (hierro, manganeso, carbonatos) o bacterias.

Tratamientos contra la incrustación:

- Tratamiento químico

Consiste en el empleo de productos químicos para eliminar las incrustaciones de minerales, bacterias y arcilla que se depositan en las ranuras de los filtros y alrededor del pozo. Estos productos son: ácidos, polifosfatos y cloro. Vienen en diferentes formas de presentación: líquidos o granulares, algunos de estos deben ser previamente preparados antes de aplicarlos.

- Tratamiento mecánico

El tratamiento mecánico se aplica cuando las incrustaciones están constituidas por arcilla, limo o arena o por que el pozo esté produciendo mucho arrastre de arena y finos en suspensión. Este tratamiento consiste en pistonear cada filtro del pozo vigorosamente inyectando aire comprimido con un compresor en forma simultánea para evacuar los sólidos, es la misma labor que se ejecuta cuando se desarrolla un pozo nuevo. Se realiza hasta que agua salga limpia sin sedimentos en suspensión. En estos casos casi siempre el filtro de grava se mueve, es decir, desciende para ocupar el espacio que deja la arena o los finos que saca la bomba.

Ü **Corrosión**

La corrosión se define como una actividad química del agua sobre los materiales de revestimiento del pozo, ejercida por elementos externos, que causan que el material sea corroído o destruido. La corrosión de la tubería y los filtros de un pozo depende de la calidad del agua que capte, la velocidad de entrada del agua y del material con que estén contruidos.

Tratamientos contra la corrosión:

La corrosión se previene desde la construcción del pozo, seleccionando un material de filtro adecuado a la calidad del agua de los acuíferos que este capte y teniendo en cuenta de que el área abierta de los filtros sea la necesaria para que la velocidad de entrada del agua sea en lo posible menor a tres centímetros por segundo (3 cm/s).

Lo único que se puede hacer un encamisado para tapan el roto. Esta labor consiste en instalar un tubo de diámetro menor al del pozo, el cual se debe apoyar, ya sea en el fondo del pozo, desde la superficie o en el cono de reducción, si lo tiene, para que tape el roto. Si este se presenta en un filtro se debe instalar otro filtro similar para que el agua pueda seguir entrando. La mayoría de las veces los pozos se rompen en cercanías del sitio donde está instalada la bomba debido a la turbulencia que se produce y gran cantidad de veces lo que falla es la tubería ciega y no los filtros, especialmente en las uniones soldadas.

Cuando un pozo se encamisa, el caudal se reduce de un 10% a un 20% aproximadamente, situación que se debe tener en cuenta para la operación posterior del pozo, lo importante en estos casos recuperar el pozo y lograr prolongar su vida útil unos años más. Los pozos generalmente cumplen su vida útil a la par con la vejez y resistencia del material de la tubería y filtros con que está revestido, es muy poco usual que los pozos se abandonen por agotamiento de los acuíferos, lo más común es el daño estructural.

4.4.3 Mantenimiento de pozos

El mantenimiento es una labor indispensable que garantiza el máximo rendimiento de un pozo y la prolongación de su vida útil. La manutención adecuada de los pozos puede aumentar su productividad, reducir al mínimo los requisitos de energía y los costos de bombeo y a disminuir el descenso excesivo del nivel del agua cerca del pozo. Dada la importancia del este como fuente de abastecimiento público de una comunidad, este debe mantenerse en óptimas condiciones para que garantice el suministro de agua en forma confiable y segura. Pero para que el pozo funcione bien, también necesita que su equipo de bombeo se mantenga en buenas condiciones de operación, luego su mantenimiento también es definitivo e importante.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Desinstalar la bomba

Esta labor debe ser realizada por técnicos con experiencia y el equipo necesario para evitar accidentes como el dejar ir la bomba al pozo que es lo más común.

2. Revisar la bomba

Observar que tipo de minerales o incrustaciones están adheridos a la superficie del cuerpo de tazones y a la tubería o columna de conducción. Anotar el número de tubos de conducción, revisar su estado de desgaste, las roscas de los tubos y uniones. Lo mismo de los ejes. Todas las observaciones deben ser anotadas en la hoja reporte de mantenimiento de la bomba.

3. Tomar el vídeo del pozo

En él se podrá observar el estado estructural del pozo y las incrustaciones que tengan los filtros. Cuando un pozo capta varios acuíferos a diferentes profundidades la calidad del agua de cada uno de ellos puede ser diferente produciendo incrustaciones de diferente tipo. También es usual encontrar filtros sin incrustaciones, luego este vídeo permite observar que filtros están más incrustados que otros y que tipo de incrustaciones tienen. El vídeo es una herramienta muy importante para programar el tratamiento químico y mecánico del pozo y detectar cualquier desgaste por corrosión que pueda tener la tubería de revestimiento del pozo.

4. Pistoneo del pozo

Consiste en pistonear el pozo con inyección simultánea de aire con compresor en frente de cada filtro para extraer la mayor cantidad de finos o arena antes de aplicar los químicos.

5. Aplicación de químicos

Cuando un pozo presenta diferentes tipos de incrustaciones lo mejor es aplicar estos químicos en el siguiente orden: Ácido, Polifosfato, Cloro

La aplicación se debe realizar de la forma indicada anteriormente respetando los tiempos de contacto para que ejerzan su acción efectivamente. Cada aplicación tiene que ser en frente de los filtros y agitada vigorosamente con el pistón para que penetre bien en los acuíferos. Después de aplicar cada uno de ellos y dejar transcurrir el tiempo de contacto necesario, se debe nuevamente pistonear cada filtro para extraer los químicos y las incrustaciones disueltas.

6. Revisión del filtro de grava

Si un pozo presenta fuertes incrustaciones, la aplicación de los químicos debe disolverlas alrededor del pozo, haciendo que el filtro de grava se mueva y descienda en la medida que se extraigan los sedimentos o incrustaciones. Si la grava no se mueve, es señal de que la incrustación es demasiado fuerte, luego lo más probable es que el tratamiento no sea muy efectivo. Es importante hacer mover el filtro de grava, es una señal definitiva del éxito del mantenimiento. La grava se debe completar con otra similar a la que tiene el pozo. La gravedad debe estar disponible todo el tiempo durante la operación y el mantenimiento del pozo almacenada en una caneca de 55 galones para conservarla limpia. También se acostumbra a aplicar químicos por el oído del filtro de grava cuando la incrustación es muy fuerte para obligarla a bajar.

7. Chequeo final del pistoneo

Finalmente se deben chequear todos los filtros, uno por uno, con el pistón y el compresor para verificar que el agua esté saliendo limpia de cada uno de ellos sin finos o arena en suspensión y de que el filtro de grava se haya estabilizado nuevamente.

8. Toma de video de comprobación

Una vez terminado el mantenimiento del pozo a satisfacción se toma un vídeo final de comprobación para verificar la efectividad de los tratamientos realizados, observando el estado en que quedaron la tubería y los filtros.

9. Instalación de la bomba

La bomba y el motor deben ser revisados en talleres especializados en este tipo de equipos, las piezas desgastadas y en mal estado deben ser remplazadas. Luego se deben ensamblar nuevamente y llevarlos al pozo para su instalación. Antes de instalar la bomba se debe hacer un inventario completo de ella y anotarlo en la hoja de reporte de mantenimiento. Cuando se compruebe que está completa y en perfecto estado se puede autorizar su instalación. Durante la instalación del equipo de bombeo se debe verificar que la bomba baje libremente y bien nivelada, que los tubos de conducción y ejes queden bien alineados y apretados.

La bomba nunca debe quedar recostada sobre la tubería del pozo, debe quedar totalmente vertical y libre, para garantizar su alineamiento y buen funcionamiento. En bombas turbinas se debe revisar el engranaje de transmisión, si tiene, y hacer las reparaciones o mantenimiento del caso.

4.4.3.1 Desinfección de pozos

La desinfección es una labor obligatoria que se debe realizar a todos los pozos de abastecimiento público para eliminar las bacterias coliformes que pueden estar presentes, especialmente las fecales, que afectan la salud humana. La desinfección se debe hacer como fase final al construir un pozo nuevo y en cada mantenimiento que se programe a los que estén en operación y en lo posible cada que se extrae la bomba para su reparación.

Las bacterias coliformes pueden llegar al pozo así:

- Si en la perforación del pozo se utiliza agua de mala calidad para preparar el lodo y el contacto de los materiales y herramientas de perforación con el suelo y demás agentes externos que los contaminan.
- En la instalación y desinstalación de la bomba.
- En las operaciones de mantenimiento, al introducir herramientas dentro del pozo que generalmente están contaminadas.
- Por infiltración de aguas residuales domésticas y municipales en el suelo como letrinas, tanques sépticos, campos de infiltración o lagunas de tratamiento de aguas residuales, etc.

La desinfección se realiza utilizando una solución de cloro como agente desinfectante puesto que es el más fácil de manejar y efectivo para esterilizar un pozo, una bomba, un tanque o una tubería. El Hipoclorito de calcio, es el más utilizado por su fácil y más seguro manejo, es un material granular blanco que contiene alrededor de 70% de cloro disponible, por peso. Su concentración se da en miligramos de cloro por litro de agua (mg/l) o partes por millón (ppm).

4.4.3.2 Programación de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de un pozo se puede programar cuando:

- La capacidad específica se haya reducido en más de un 20% de su valor original.
- El pozo produce arrastre de arenas y finos en suspensión por más de diez minutos después de iniciado el bombeo.
- El pozo comience a presentar señales de intermitencia en el flujo por descenso excesivo del nivel de bombeo.
- La bomba presente problemas de desgaste. Se aprovecha la reparación de la bomba para limpiar el pozo.

Una técnica que se puede utilizar para determinar el momento de programar el mantenimiento preventivo de un pozo es hacer una prueba de bombeo corta de 3 horas de duración a 3 caudales diferentes para calcular la ecuación de comportamiento hidráulico, su curva característica y la eficiencia de operación siguiendo la metodología sobre análisis de pruebas de bombeo. Si la ecuación calculada demuestra un excesivo aumento de las pérdidas de carga en el pozo es porque presenta señales de incrustación y se debe programar su mantenimiento cuanto antes.

Ü Mantenimiento de equipo de bombeo

Como los equipos de bombeo, en especial las bombas sumergibles, están instaladas dentro del pozo y son lubricadas por el agua que bombean, el mantenimiento preventivo que debe realizar el operador se reduce a revisar el mantenimiento del sistema eléctrico y las conexiones de las instalaciones hidráulicas. Para los que tienen bomba turbina, debe revisar los ejes, el engranaje de transmisión, si tiene, y el motor eléctrico. El programa de mantenimiento de los equipos se debe hacer con base en el reporte diario de operación donde están anotadas todas las anomalías que se han presentado durante esta labor. Como las instalaciones de un pozo constan de varios equipos, se debe hacer un recuento del mantenimiento que se le debe hacer a cada uno de ellos.

Ü **Mantenimiento del sistema**

- **Bomba:** Limpiar completamente todas las piezas de la bomba y revisar los desgastes. Todas las piezas desgastadas deben reemplazarse. Como la reparación o revisión de una bomba-puede tardar uno o varios días, es recomendable tener a disposición en el sitio un cuerpo de tazones o una bomba sumergible, similar a la que está instalada en el pozo. En bombas turbinas diariamente se debe verificar que el eje gire libremente y la lubricación de los cojinetes con agua debe ser previo antes de prender la bomba.
- **Engranaje de transmisión:** Revisar periódicamente el estado de los rodamientos y piñones y lubricarlos con aceite de transmisión cada 2.000 horas de trabajo. También se debe controlar la temperatura exterior de la carcasa del engranaje. Un aumento sensible de temperatura es indicio de desgaste en los rodamientos o en los piñones. Sin embargo, hay que recordar que los engranajes están contruidos para funcionar con una temperatura del aceite de hasta 90 °C.
- **Motor eléctrico sumergible:** Se realiza la prueba de aislamiento, para proteger el motor y el sistema eléctrico, se deben practicar pruebas de aislamiento que previenen posibles fallas que se puedan presentar durante la operación de los pozos. Cualquier falla en el aislamiento causa calentamiento excesivo. Este calentamiento puede ser producido por: sobrecarga en el motor, bajo voltaje, falla de una fase, bloqueo del motor, excesivo número de arranques en determinado periodo de tiempo, falla a tierra. La perforación o fallas de aislamiento también puede ser producido por maltrato técnico o envejecimiento natural.

Ü **Mantenimiento de partes del motor y equipos eléctricos**

Puesto que estos equipos son especializados y se trabaja con alto voltaje y energía trifásica, el operador solo debe revisar el estado de todas las conexiones, limpiarlas si

tienen polvo y secarlas si tienen humedad, lo mismo que apretarlas si están flojas. Observando las normas de seguridad desconectando la corriente antes de hacer estas labores. Las demás revisiones deben ser realizadas por el técnico electricista. El operador debe anotar todas las anomalías que se presenten y se observen en el sistema.

El operador debe vigilar y supervisar todas las labores realizadas durante el mantenimiento de los pozos, en lo posible participar en algunas de ellas, tales como la instalación y desinstalación de la bomba, desinfección del pozo y mantenimiento del equipo eléctrico. Como norma general una bomba se debe desmontar cada 2 años o cuando se presenten condiciones de ruido, vibración o reducción del flujo de descarga cuando es causada por desgaste de la bomba.

4.4.4 Control de calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas tienen en general una calidad física, química y microbiológica aceptable para su uso en abastecimiento público. Tienen en su estado natural una marcada diferencia con las aguas superficiales en sus diferentes características al no estar expuestas al aire de la atmósfera y su circulación por el subsuelo.

4.4.5 Lineamientos para la construcción pozos profundos

De acuerdo con la investigación realizada, así como el análisis de los resultados obtenidos mediante el desarrollo de las fases del presente trabajo. Se pueden proponer los siguientes lineamientos para la construcción de pozos profundos a través de criterios sostenibles en el Municipio San Diego. (Ver Tabla 19-23)

Tabla 19. Identificación de potenciales impactos ambientales en la construcción de pozos profundos

Actividad	Aspectos	Potenciales impactos ambientales
Desbroce de vegetación	Desbroce y desforestación	Perdida de cobertura vegetal
		Erosión de suelos
		Modificación del paisaje
Contracciones vías de acceso, locales y líneas de conducción	Excavaciones, movimiento de tierras, construcción de vías de acceso	Cambios en geformas
	Operación de maquinarias	Contaminación de gases de combustión de maquinaria pesada y dispersión de material articulado
		Contaminación del suelo por derrame de aceites
		Generación de ruidos
		Perturbaciones en la fauna
Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo por disposición inadecuada	
Movimiento de equipos y maquinarias	Tránsito vehicular	Perturbaciones en el tránsito vehicular por vías de acceso
		Contaminación del aire por levantamiento de material particulado y emisión de gases de combustión
		Riesgo de accidentes

Actividad	Aspectos	Potenciales impactos ambientales
Movimiento de equipos y maquinarias	Transporte de sustancias contaminantes	Contaminación de suelo y flora por derrames accidentales
	Permanencia de equipos e instalaciones	Modificación del paisaje
Montaje/ Desmontaje de Equipos	Funcionamiento de equipos.	Incremento de la intensidad de ruido y emisión de gases de combustión y levantamiento de polvo
Almacenamiento/ Manipuleo de Líquidos de Operación	Manipuleo de líquidos de operación	Contaminación de suelos por derrames accidentales
		Riesgos de accidentes y afectación a la salud
Operaciones de Perforación	Funcionamiento de los equipos y maquinarias	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión
		Generación de ruidos
		Perturbaciones en la fauna
		Riesgo de daños a la salud del personal
		Riesgo de accidentes
	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo por disposición inadecuada
	Generación de recortes de perforación	Contaminación del suelo por disposición inadecuada
	Almacenamiento de combustible	Contaminación de suelos por derrames accidentales de combustible
	Manejo de líquidos de operación	Contaminación de suelo
Preparación y tratamiento de lodos	Afectación a la salud de los trabajadores	

Actividad	Aspectos	Potenciales impactos ambientales
Abandono	Derrame de desechos de operación	Contaminación de suelo
	Desecado de poza de desechos	Riesgo de accidentes
	Retiro de desechos de la plataforma	Contaminación del suelo por el inadecuado transporte de los residuos
	Sellado de poza de lodos	Contaminación de suelos

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Tabla 20. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase previa a la construcción

Actividad	Afectación	Lineamiento
Solicitud de permisología	En muchas ocasiones se realizan de manera inadecuada o simplemente no se realiza, esto producto del desconocimiento o evasión de los mismos, casos como construcciones ilícitas	Implementar una estructura en la que se promueva los pasos a seguir para la solicitud y obtención de la permisología necesaria de una forma dinámica, mejorando los protocolos manejados por los entes encargados
Estudio geofísico	El suelo es que se ve levemente afectado ante este procedimiento, al ser realizado por un personal no capacitado, puede resultar en un mayor impacto	Establecer que el estudio geofísico se realice con equipos y técnicas actuales, que produzcan el menor impacto ambiental posible al recurso suelo
Análisis del estudio geofísico	Si no es realizado de una manera adecuada, puede resultar en diferentes consecuencias, como sobreexplotación del acuífero, abatimiento, reducción de la vida útil del pozo, entre otros	Comprobar que el perfil del profesional encargado de llevar a cabo el estudio sea el adecuado para la labor

Actividad	Afectación	Lineamiento
Análisis físico, químico y bacteriológico	Debe ser completamente fiable, porque de acuerdo al uso que se le dará al pozo, este puede afectar de manera negativa al usuario del mismo, tanto directa como indirectamente	Realizar los análisis pertinentes de manera adecuada, garantizando la calidad del recurso requerida para su uso o disposición final

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Tabla 21. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase durante la construcción

Actividad	Afectación	Lineamiento
Desbroce y despeje de terreno	Se refiere a las acciones de limpieza del terreno relacionadas con el retiro de la cobertura vegetal	Tratar de realizar el menor impacto posible en el área, además de promover la reforestación en zonas aledañas al pozo para compensar la afectación
Transporte de materiales y maquinarias	Se refiere a la circulación y operación de equipos pesados, de perforación y terminación, camiones para el movimiento de los materiales e insumos y vehículos livianos para el transporte del personal	Realizar un control y programación de movimiento de maquinaria y equipos pesados de manera óptima, para evitar una afectación importante al suelo en las inmediaciones al pozo
Movimiento de suelo y nivelación	Se refiere a los movimientos de suelo vinculados a la preparación del terreno y su nivelación para la locación del pozo, la picada de acceso al mismo, el sector de emplazamiento de las instalaciones temporales, el sector transitorio de segregación de residuos, el sector de depósito de insumos, entre otras	Implementar un plan de control y supervisión de movimiento de tierras y equipos, de manera que se pueda preservar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto.

Actividad	Afectación	Lineamiento
Inadecuada gestión de lubricantes y combustibles	Se refiere al incorrecto almacenamiento y transporte en el entorno de la locación de los combustibles y lubricantes	Emplear el uso de sello sanitario sobre el pozo para evitar la penetración de agentes contaminantes a través de infiltración. De igual forma, en los pozos nuevos no se permitirá la utilización de bombas lubricadas con aceite

Elaborada por: González Y Ramírez (2020)

Tabla 22. Lineamientos para la construcción de pozos profundos, Fase posterior a la construcción (operación y control).

Actividad	Afectación	Lineamiento
Desmontaje de instalaciones y abandono de pozo	Se refiere a las tareas conducentes al desmantelamiento de las instalaciones de perforación y las líneas de conducción. Implica también las tareas de cementado de pozo para la aislación de todas las capas permeables que hayan quedado sin entubar, el tapado de la boca de pozo y su identificación	Realizar el debido sellado del pozo para evitar cualquier tipo de contaminación al mismo, durante y después de desmontar los equipos de este
Transporte de materiales y maquinarias	Se refiere al transporte del equipamiento, herramientas o vehículos para el desmantelamiento de las instalaciones existentes	Llevar a cabo una programación y control ideal para reducir en lo posible la afectación del suelo, pozo y demás áreas vulnerables
Inadecuada gestión de residuos y efluentes	Implica la inadecuada gestión de residuos sólidos y semisólidos y residuos líquidos	Luego de la desmantelación del pozo, realizar un debido saneamiento de la zona para evitar cualquier tipo de agente contaminante tanto al pozo como sus alrededores
Nivelación y escarificado de la locación	Se refiere a las acciones de readecuación del terreno paisajísticamente en los sectores intervenidos, en el trazado de las líneas de conducción y de los caminos internos	Realizar una debida desmantelación de los equipos, realizando una compensación por la deforestación al momento de la construcción del pozo

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez finalizadas las actividades asociadas al presente trabajo de investigación donde se consideraron diversos aspectos inherentes en la prospección y construcción de pozos profundos en el Municipio San Diego, los cuales, según la opinión de varios expertos en el área de estudio, deben ser corregidos, reestructurados y actualizados, con el fin de garantizar un aprovechamiento óptimo del recurso de agua subterránea con parámetros de sostenibilidad, asegurando además una buena calidad de dicho recurso para su uso, en este caso, abastecimiento urbano, ya que esta representa un factor fundamental para el desarrollo sociológico, ambiental y económico.

Para lograr una reestructuración de los parámetros actuales en la prospección y construcción de pozos profundos, se ha planteado una serie de lineamientos que abarcan marcos tanto legales como técnicos, tomando en cuenta los existentes y usados actualmente, proporcionados por la Alcaldía del Municipio San Diego, y a su vez implementando nuevos parámetros que abarquen criterios tanto técnicos como de sostenibilidad, en las temporalidades previas a la construcción del pozo profundo, durante su construcción y luego de la misma.

Para ello se diagnosticó la situación actual de los recursos hídricos y el abastecimiento de agua en el Municipio San Diego, detallando datos de las redes de distribución al municipio en los últimos años, también tomando en cuenta factores que se han presentado, como el déficit en el suministro del recurso o la calidad del mismo. Basándose no solo en el análisis de los parámetros actuales proporcionados por los entes encargados de este proceso, sino también de diferentes medios de comunicación y otras referencias internacionales.

De igual forma, al consultar con varios expertos en el área de estudio, estos plantean diferentes soluciones o alternativas a los parámetros y lineamientos con los que se realiza la prospección y construcción de pozos profundos en el Municipio San Diego actualmente, abarcando marcos legales y técnicos para llevar a cabo estos procesos. Ya que estos expresan un claro desacuerdo en la manera que se realizan hoy en día en varios aspectos.

Comenzando por la fase previa a la construcción de pozos profundos, los expertos señalan que los procesos y trámites actuales a realizar con los entes competentes a este proceso, no se llevan a cabo de una manera efectiva, objetando que no solo los estudios previos no se realizan de manera satisfactoria o completa, si no que en algunos casos ni siquiera son empleados todos los procedimientos previos, resultando en un desconocimiento total del aprovechamiento del recurso ante los entes encargados en el área. Se debe sugerir un plan de manejo dentro del marco legal, que facilite para el usuario los procesos legales pertinentes para poder llevar a cabo la construcción de pozos profundos, de manera que los entes competentes puedan llevar un mejor control y manejo de la existencia de los pozos en el municipio hoy en día.

Adicionalmente, se realizaron investigaciones de diferentes criterios en el marco de la sostenibilidad tanto nacionales, abarcando distintas leyes y normas del país, como internacionales, algunos directamente de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Organización de Desarrollo Sostenible (ODS), que en conjunto pueden dar una imagen definida de cómo debe ser el proceso de prospección y construcción de pozos profundos, y que parámetros se deben tomar en cuenta para justificar y llevar a cabo dichos procesos de la manera más óptima y objetiva posible.

En este sentido, se establecieron estos criterios adecuándose a los parámetros locales existentes en el Municipio San Diego, tomando en cuenta además, opiniones de distintos expertos en el área de estudio a través de entrevistas semiestructuradas, de manera que fueron modificados y actualizados con el fin de plantear los lineamientos para la prospección y construcción de pozos profundos con criterios de sostenibilidad y proporcionar una mejor calidad y aprovechamiento de este recurso en el municipio.

Por último, se plantearon los lineamientos de manera detallada, los cuales deben ser aplicados en las fases previas, durante y después de la prospección y construcción de pozos profundos, establecidos dentro del marco de la sostenibilidad, tomando en cuenta criterios tanto nacionales como internacionales. Dichos lineamientos buscan optimizar y mejorar los procesos mencionados con anterioridad y así solventar y mitigar la problemática existente en cuanto al abastecimiento y calidad de agua potable en el Municipio San Diego.

5.2 Recomendaciones

Con los resultados y conclusiones obtenidas a través de la evaluación de los parámetros y criterios actuales de la prospección y construcción de pozos profundos dentro del marco de la sostenibilidad y las consecuencias ocasionadas por el crecimiento urbano de la zona de expansión no planificadas en las últimas décadas, surgen una serie de recomendaciones dirigidas tanto a los entes gubernamentales encargados de la zona en estudio, bien sean públicos o privados así como a personas particulares que puedan optar por dicha alternativa para la obtención del recurso.

Es importante señalar, que el abastecimiento de agua es esencial para el desarrollo sano de los urbanismos. A su vez, la falta y el deterioro del mismo están estrechamente relacionados a la degradación ambiental de la zona. Lo que indica que deben ser efectuados con criterios y bases específicas, de manera que mitiguen a corto y largo plazo los diferentes problemas que puedan presentarse en el aprovechamiento de este preciado recurso.

En este sentido, el municipio debe iniciar planes de educación ambiental dirigidos a sensibilizar a la ciudadanía y prepararla anticipadamente para los cambios que se asuman en materia de acciones sostenibles. En otras palabras, se quiere lograr un equilibrio entre el ambiente y los distintos aspectos sociales. Por consiguiente, la planificación urbana juega un papel fundamental ya que permite modernizar y gestionar las ciudades de forma sostenible y segura; evitando la los problemas ambientales y sociales. El crear una ciudad sostenible implica un cambio en los estilos de vida, y en consecuencia un efecto en la estructura de la ciudad.

Adicionalmente, es fundamental realizar investigaciones a los aspectos ambientales y de sostenibilidad asociados con los procesos de aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas, los cuales generalmente no son implementados de manera adecuada, creando una sobreexplotación de los recursos naturales y un mal aprovechamiento de los mismos.

Durante la fase de construcción, siendo la etapa que mayor impacto genera ambientalmente, se recomienda que esta sea llevada a cabo de manera que genere el menor impacto ambiental posible, esto incluye tanto las inmediaciones del pozo y lugar de captación del recurso, como también al acuífero y la calidad del agua que se extrae de este. Y por supuesto, que su labor sea ejecutada con todos los parámetros de seguridad y saneamiento pertinentes.

Por último, para la fase posterior a la construcción del pozo profundo, se plantea que esta sea llevada a cabo tomando en cuenta todos los parámetros ideales para la operación, control y mantenimiento de los mismos, esto se traduce en una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso hídrico, en una reducción del impacto ambiental producido por la explotación del mismo, extender la vida útil del pozo y un desarrollo integro de la población involucrada en el uso del recurso

De igual forma, también se pueden recomendar como labores adicionales, implementar foros, charlas en las escuelas, discursos en áreas públicas, con el fin de educar a la población respecto a los temas de sustentabilidad y métodos para cuidar el medio ambiente. Crear una unión entre las normativas de desarrollo y modelos sostenibles para garantizar la incorporación de estos de forma paulatina en la ciudad. Estimular a los habitantes de las ciudades a la utilización de modelos sostenibles en sus hogares, mediante la generación de proyectos que le faciliten a la comunidad su obtención. Todo esto para llevar a cabo una gestión integral y participativa de toda la población, con respecto a la situación de viviendas; con apoyo del gobierno a través de procesos autogestionarios para la creación de nuevas comunidades y mejoramiento de las existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aponte, N. (2010). **Estrategias Lúdicas de Conservación del Recurso Hídrico, Aplicadas en Niños y Niñas de 4 a 5 años**. Trabajo especial de grado. IUTAM, Mariara.
- Arias, F. (2006). **El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica**. 5ta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Arteaga, K. (2020). **Comunidades en Valencia improvisan peligrosos pozos profundos para paliar la falta de agua**. Recuperado de: <https://www.el-carabobeno.com/comunidades-valencia-pozos-profundos-agua/>
- As. (2020). **Cuarentena por coronavirus en Venezuela: cuándo comenzó y hasta qué fecha se extiende**. Recuperado de: https://as.com/diarioas/2020/05/04/actualidad/1588623341_135933.html
- Bases para el **Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas** (2010). Derechos Ambientales en el Marco jurídico Venezolano. Recuperado de: <http://siga.geoportalsb.gob.ve/pngia/>
- Carrillo, V. (2015). **Vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio San Diego, Estado Carabobo**. Tesis de postgrado. Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Castillo, L. (2005). **Tema 5. Análisis documental**. Biblioteconomía. Recuperado de: <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>
- Chiavenato. (1999). **Administración de los Recursos Humanos**. 5ª Edición. Noviembre de 1999 – Editorial Mc Graw Hill Argentina. Recuperado de: [http://www.cyta.com.ar/ta1101/v11n1a3.htm#:~:text=%E2%80%9C%20Los%20recursos%20son%20medios%20que,.%E2%80%9D%20Chiavenato%20\(1999\).](http://www.cyta.com.ar/ta1101/v11n1a3.htm#:~:text=%E2%80%9C%20Los%20recursos%20son%20medios%20que,.%E2%80%9D%20Chiavenato%20(1999).)

Colón, Mata. (2016). **Propuesta para mejorar el abastecimiento de agua potable en el sector Los Guayabitos del municipio Naguanagua mediante la incorporación de un pozo profundo.** Tesis de pregrado. Universidad de Carabobo, Venezuela.

Constitución de la República bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°**38.880**. Fecha 30/12/1999

Davies, V. (2019). **#CaracasAsecas, Todo lo que necesita saber antes de abrir un pozo de agua en su edificio.** Recuperado de: <https://contrapunto.com/nacional/caracasasecas-1-todo-lo-que-necesita-saber-antes-de-abrir-un-pozo-de-agua-en-su-edificio/>

Decreto N°**883**. (1995, 18 de diciembre). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Gaceta Oficial de la República N° **5.021** [Extraordinaria].

Decreto N°**1.257** (1996, 26 de abril). Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Gaceta Oficial de la República N° **35.946**.

Decreto N°**1.400** (1996, 02 de agosto). Normas sobre Regulación y el Control del Aprovechamiento de los Recursos Hídricos y de las Cuencas Hidrográficas. Gaceta Oficial de la República N°**36.013**.

Feria, D. (2015). **Estudio de técnicas electromagnéticas de prospección del subsuelo.** Recuperado de: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/78151/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°**4044** del 8 de septiembre de 1988. Caracas- Venezuela.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°**2048** del 24 de septiembre de 1997.
Caracas- Venezuela.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°**3367** del 12 de abril de 2018. Caracas- Venezuela.

Galán, M. **Guía metodológica para diseños de investigación**. Recuperado de:
<http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>

García, V. (2003). **Ubicación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de pozos de agua subterránea caso de estudio: Cervecería Polar Los Cortijos C.A.** Tesis de Pregado. Universidad Central de Venezuela.

Ibáñez, Sandoval. (2015). **Diseño de sistemas de pozos para la captación de agua subterránea: caso de estudio La Mojana**. Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Colombia.

INFOBAE. (2018). **Perforan pozos clandestinos en Venezuela, por escasez de agua**.
Recuperado de:
<https://www.infobae.com/america/venezuela/2018/06/27/perforan-pozos-clandestinos-en-venezuela-por-escasez-de-agua/>

Instituto Nacional de Estadísticas (2001). **Densidad Poblacional San Diego 2014**.
Recuperado de:
<http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/>

Jiménez, A. (2016). **Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo**. Tesis de pregrado. Universidad de Carabobo, Venezuela.

- Lastra, P. **Análisis Matriz FODA.** Recuperado de:
https://www.academia.edu/16921239/Analisis_Matriz_FODA
- Ley de Aguas. (2007, 02 de enero). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°**38.595**.
- Ley Orgánica del Ambiente. (2006, 22 de diciembre). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°**5.883**.
- Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. (1983, 11 de agosto). Gaceta Oficial de la República N° **3.238**.
- Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento Ambiental (2001, 31 de diciembre) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°**5.568**. [Extraordinaria].
- López, N. (2000). **Sistemas de abastecimientos por agua subterránea.** Universidad de Carabobo. Tesis de Postgrado. Venezuela.
- Maitta, D. (2020). **En Caracas y Carabobo protestan porque organismos estatales no sueltan ni una gota de agua.** Recuperado de: <https://cronica.uno/en-caracas-y-carabobo-protestan-porque-organismos-estatales-no-sueltan-ni-una-gota-de-agua/>
- Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998, 13 de febrero) Gaceta Oficial de la República N°**36.395**.
- Norma Venezolana COVENIN (589-79). **Código de práctica para la construcción de pozos de agua.** Caracas- Venezuela.
- Olmo, G. (2020). **Coronavirus: por qué Venezuela se quedó sin gasolina y qué consecuencias tiene en medio de la crisis por el covid-19.** Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52145210>

ONU (Organización De Las Naciones Unidas) (2015). **Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible.** Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities>

OPS (Organización Panamericana de la Salud) . (2020). **La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia.** Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es

Ramírez. (1997). Población y muestra. Scrib. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/377877363/Muestra-Censal>

Rodríguez, E. (2017). **Perforación y terminación de pozos profundos para agua potable en el estado de México.** Tesis de pregrado. Instituto Politécnico Nacional, México.

Screens, J. (1975). **El Agua Subterránea y los Pozos.** Publicaciones Johnson Screens. U.S.A.

Tazola, V. (2015). **Estudio de factibilidad de uso del agua subterránea para riego en las microcuencas de Achacachi y Pucarani del altiplano norte del departamento de la paz.** Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

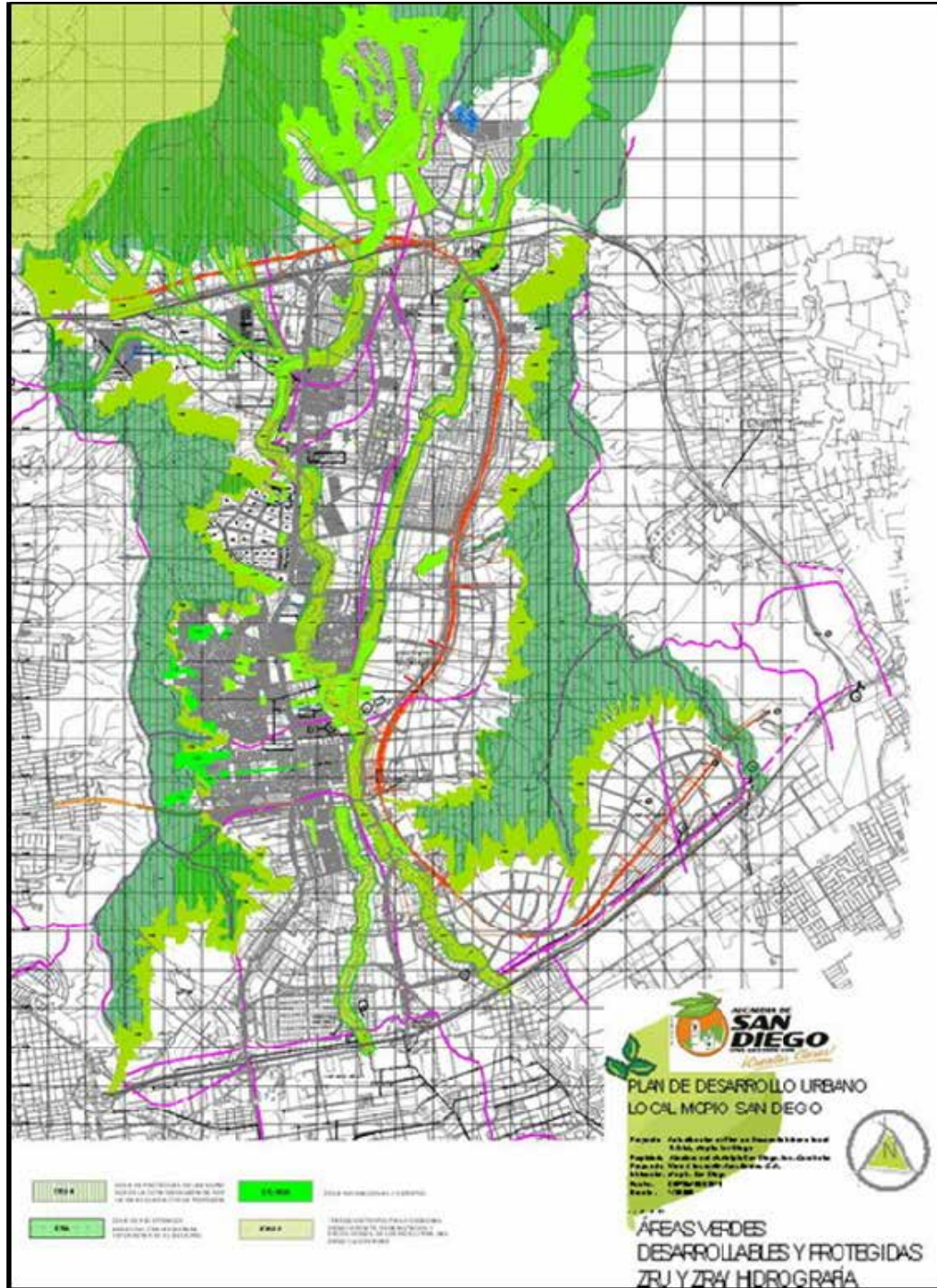
UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). **Abordar estrategias para el manejo de recarga de acuíferos.** Recuperado de: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/agua-subterranea/estrategias-manejo-acuiferos>

Universidad José Antonio Páez (2007). Normas para la elaboración y presentación de anteproyectos, proyectos y trabajo de grado. Valencia. Mijares, Héctor y García, Luis.

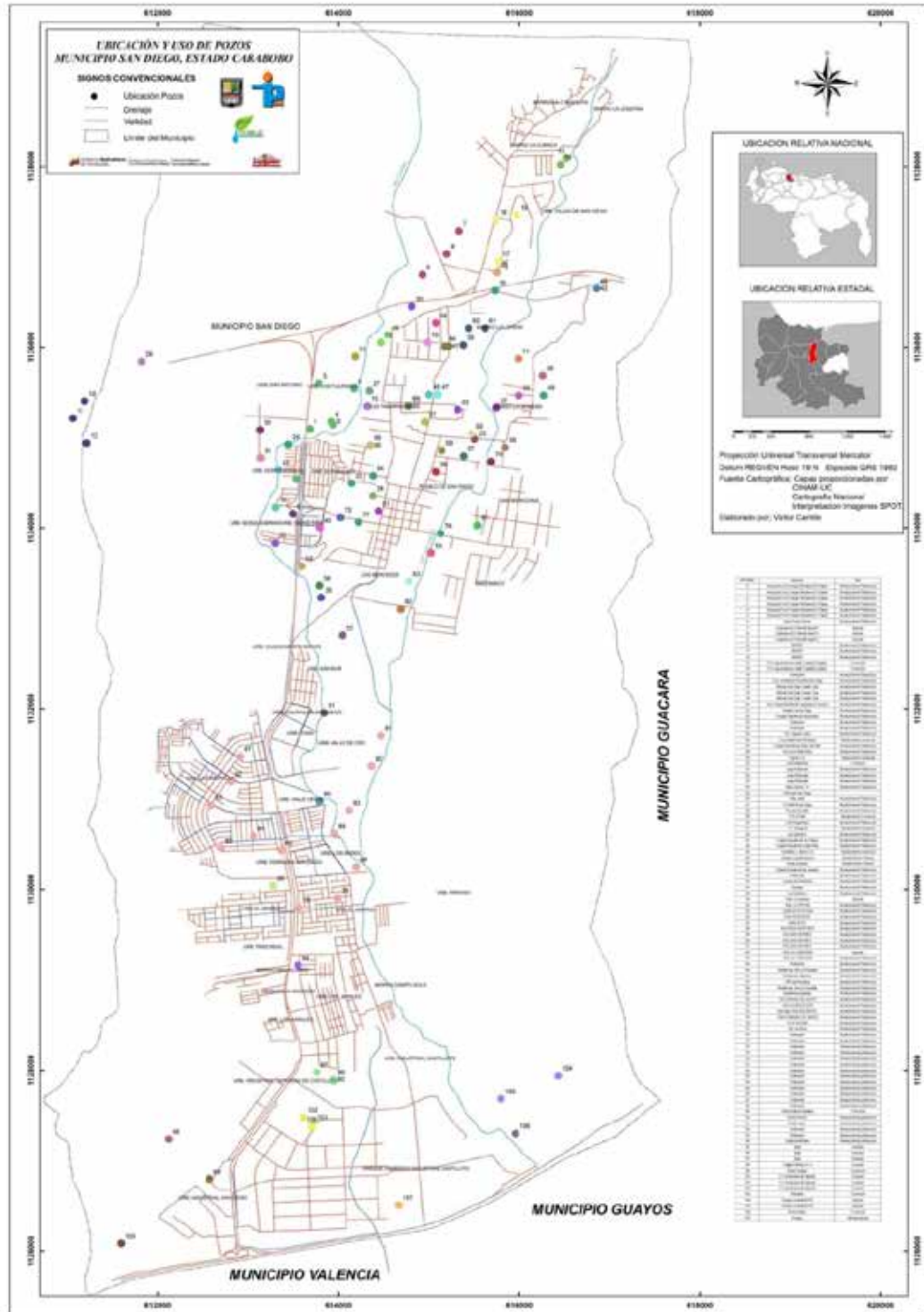
- Valencia, M. (2009). **Construcción de pozos de agua**. Recuperado de:
<http://www.aguassub.com/aguassubpdf/T-5-LA-CONSTRUCCION-DE-POZOS-DE-AGUA.pdf>
- Vargas, A (1997). **Operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos**. Programa de capacitación y certificación de sector de agua potable y saneamiento básico, Ministerio de Desarrollo Económico, Colombia.
- Wikipedia. **Crisis del agua en Ciudad del Cabo**. Recuperado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_del_agua_en_Ciudad_del_Cabo
- Wikipedia. **Mapa del Municipio San Diego en Carabobo**. Recuperado de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Sandiego-carabobo.PNG>
- Wikipedia. **Problema del agua en la Ciudad de México**. Recuperado de:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Problema del agua en la Ciudad de M%C3%A9xico](https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_del_agua_en_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico)

ANEXOS

Anexo A: Áreas Verdes Desarrollables y Protegidas ZRU y ZRA/Hidrografía del Municipio San Diego.



Anexo B: Ubicación y Usos de pozos Municipio San Diego, Estado Carabobo



Anexo C: Entrevista semiestructurada a entes locales responsables



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

SOLICITUD

Quien suscribe, Ing. Angel Medina portador de la cedula de identidad N° V-15.299.274 en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por los ciudadanos González S Santiago J, portador de la cedula de identidad N° V-24.547.467 y Ramírez A Carla M, portadora de la cedula de identidad N V-25.850.547, titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**, solicito formalmente la oportunidad de brindarles información referente a los procesos y lineamientos que se encuentran establecidos a nivel de Ministerio de Ecosocialismo y Aguas, respecto a la prospección de pozos profundos, así como los recaudos y criterios respecto a la emisión de la permisología de los mismos; adicional les sea informado si disponen de una base de datos de los pozos perforados construidos en el estado a la presente fecha. Esta información es de suma relevancia para la investigación del mencionado proyecto, según las condiciones de la Coordinadora de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes reglamentos.

En San Diego, en el mes de agosto del año 2020.

Ing. Angel Medina.

C.I: 15.299.274

Angel J Medina P
C.I. V-15.299.274
C.I.V 149.464

San Diego, agosto de 2020

Ing. Luis Fernando Arocha

Presente.-

Nos dirigimos a usted, en la oportunidad de solicitar su colaboración, dada su experiencia en el área temática, en la revisión y respuesta del presente cuestionario, que será aplicado para realizar nuestro trabajo de investigación titulado “**Lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad, municipio San Diego estado Carabobo**”. El cual será presentado como trabajo de grado para optar por el Título de Ingeniero Civil en la Universidad José Antonio Páez.

El cuestionario es el siguiente:

1. ¿Cómo alcaldía están supeditados a la aprobación de la prospección y construcción a lo que dictamina el Ministerio de Ecosocialismo y Aguas?
2. ¿Manejan una normativa COVENIN respecto a la prospección y construcción de pozos profundos?
3. ¿Manejan una base de datos pública o privada de pozos perforados en el municipio?
4. ¿Poseen información actualizada de los pozos en el municipio?
5. ¿Cuáles son los procesos de permisología por los cuales se debe regir la prospección, perforación y construcción de pozos en el municipio?

Esperamos su pronta respuesta.

Atentamente

Santiago González. 0414-4336860. santiago.9514@gmail.com

Carla Ramírez. 0424-4549044. carlamaria.ra@gmail.com



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

SOLICITUD

Quien suscribe, Ing. Angel Medina portador de la cedula de identidad N° V-15.299.274 en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por los ciudadanos González S Santiago J, portador de la cedula de identidad N° V-24.547.467 y Ramírez A Carla M, portadora de la cedula de identidad N V-25.850.547, titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**, solicito formalmente la oportunidad de brindarles información referente a los procesos y lineamientos que se encuentran establecidos a nivel de Ministerio de Ecosocialismos respecto a la prospección de pozos profundos, así como los recaudos y criterios respecto a la emisión de la permisología de los mismos; adicional les sea informado si disponen de una base de datos de los pozos perforados construidos en el estado Carabobo a la presente fecha. Esta información es de suma relevancia para la investigación del mencionado proyecto, según las condiciones de la Coordinadora de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes reglamentos.

En San Diego, en el mes de agosto del año 2020.

Ing. Angel Medina.

C.I: 15.299.274

Angel J Medina P

C.I. V-15.299.274

C.I.V 149.464

San Diego, agosto de 2020

Directora. Rosa Maria Gil

Presente.-

Nos dirigimos a usted, en la oportunidad de solicitar su colaboración, dada su experiencia en el área temática, en la revisión y respuesta del presente cuestionario, que será aplicado para realizar nuestro trabajo de investigación titulado “**Lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad, municipio San Diego estado Carabobo**”. El cual será presentado como trabajo de grado para optar por el Título de Ingeniero Civil en la Universidad José Antonio Páez.

El cuestionario es el siguiente:

1. ¿Manejan una normativa COVENIN respecto a la prospección y construcción de pozos profundos?
2. ¿Manejan una base de datos pública o privada de pozos perforados en el estado Carabobo?
3. ¿Poseen información actualizada de los pozos en el estado Carabobo?
4. ¿Cuáles son los procesos de permisología por los cuales se debe regir la prospección, perforación y construcción de pozos en el estado Carabobo?

Esperamos su pronta respuesta.

Atentamente

Santiago González. 0414-4336860. santiago.9514@gmail.com

Carla Ramírez. 0424-4549044. carlamaria.ra@gmail.com

Anexo D: Cartas de Validación d de instrumento para la elaboración del Trabajo de Grado.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Estimado Ing. Rafael Mieres:

Por medio de la presente, de acuerdo a su amplia experiencia profesional como ingeniero civil en las cátedra de Instalaciones para Edificios y Administración de Obras, nosotros, **Santiago J. González S.** titular de la cédula de identidad **V-24.547.467**, y **Carla M. Ramírez A.** titular de la cédula de identidad **V-25.850.574**, solicitamos la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información para el trabajo de grado titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**. Este instrumento de medición cualitativo está dispuesto como un cuestionario de preguntas de tipo “Entrevista Semiestructurada”, y tiene como objetivo compilar la opinión de los expertos en cuanto a los procesos y lineamientos que se encuentran establecidos respecto a la prospección de pozos profundos, así como los recaudos y entes que conciernen a la emisión de la permisología de los mismos, las condiciones actuales en la que se encuentra el suministro de agua potable en el país y criterios a considerar para establecer parámetros locales para llevar a cabo la construcción de pozos de agua, de igual forma, establecer las medidas de sostenibilidad aplicables para los pozos profundos de agua.

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUCIO DE EXPERTOS**

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para la validar los cuatro (4) factores y sus distintas variables que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación documental de los bachilleres **Santiago J. González S.** titular de la cédula de identidad **V-24.547.467**, y **Carla M. Ramírez A.** titular de la cédula de identidad **V-25.850.574**, en su trabajo de grado titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**.

Instrucciones

Leer cuidadosamente cada recuadro y marque con una (X) la calificación que otorgará a cada factor a validar con sus variables, de acuerdo a los siguientes aspectos a evaluar.

- Redacción adecuada.
- Coherencia en los planteamientos.
- Lenguaje acorde al grado de instrucción.
- Pertinencia con los objetivos a medir.
- Veracidad y calidad del contenido.

Calificación

- Excelente (E)
- Satisfactorio (S)
- Bueno (B)

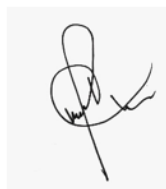
- Regular (R)
- Deficiente (D)

TABLA DE EVALUACIÓN

FACTORES A EVALUAR Y SUS RESPECTIVAS VARIABLES (Ver Cuestionario)	ASPECTOS A EVALUAR																													
	Redacción adecuada					Coherencia en los planteamientos					Lenguaje acorde al grado de instrucción					Pertinencia con los objetivos a medir					Veracidad y calidad del contenido									
	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D					
1. Descripción de la situación actual del agua potable - Suministro - Déficit - Alternativas			X					X					X					X					X					X		
2. Prospección y construcción de pozos profundos - Procedimientos - Criterios - Técnicas			X					X					X					X					X					X		
3. Permisología para la construcción de pozos - Trámites - Requisitos legales - Entes correspondientes				X					X				X					X					X					X		
4. Criterios de sostenibilidad - Aprovechamiento del recurso agua - Sobreexplotación de los acuíferos - Monitoreo y control de los pozos de agua			X					X					X					X					X					X		

CONSIDERACIONES GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el ingeniero pueda llenar el cuestionario.	X		Solo la pregunta 7 me parece no está bien realizada
La presentación del instrumento es adecuada. De no ser así, señale los factores o variables a corregir o mejorar	X		
Los factores y variables son adecuados para recolectar la información. De ser negativa su respuesta, sugiera los factores o variables que deben incluirse y/o eliminarse	X		Implementaría otro, como la densidad poblacional en los sectores donde no llega el agua

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO					
APLICABLE	X	NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES	



Ing. Prof. Rafael Mieres
Ci. 8.831.952 CVI: 89.864



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Estimado M.Sc. Esp. Ing. Prof. Alejandro Pocaterra:

Por medio de la presente, de acuerdo a su amplia experiencia profesional como ingeniero civil en la cátedra de Técnicas de la Construcción , nosotros, **Santiago J. González S.** titular de la cédula de identidad **V-24.547.467**, y **Carla M. Ramírez A.** titular de la cédula de identidad **V-25.850.574**, solicitamos la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información para el trabajo de grado titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**. Este instrumento de medición cualitativo está dispuesto como un cuestionario de preguntas de tipo “Entrevista Semiestructurada”, y tiene como objetivo compilar la opinión de los expertos en cuanto a los procesos y lineamientos que se encuentran establecidos respecto a la prospección de pozos profundos, así como los recaudos y entes que conciernen a la emisión de la permisología de los mismos, las condiciones actuales en la que se encuentra el suministro de agua potable en el país y criterios a considerar para establecer parámetros locales para llevar a cabo la construcción de pozos de agua, de igual forma, establecer las medidas de sostenibilidad aplicables para los pozos profundos de agua.

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUCIO DE EXPERTOS**

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para la validar los cuatro (4) factores y sus distintas variables que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación documental de los bachilleres **Santiago J. González S.** titular de la cédula de identidad **V-24.547.467**, y **Carla M. Ramírez A.** titular de la cédula de identidad **V-25.850.574**, en su trabajo de grado titulado: **“LINEAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS, EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, MUNICIPIO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO”**.

Instrucciones

Leer cuidadosamente cada recuadro y marque con una (X) la calificación que otorgará a cada factor a validar con sus variables, de acuerdo a los siguientes aspectos a evaluar.

- Redacción adecuada.
- Coherencia en los planteamientos.
- Lenguaje acorde al grado de instrucción.
- Pertinencia con los objetivos a medir.
- Veracidad y calidad del contenido.

Calificación

- Excelente (E)
- Satisfactorio (S)
- Bueno (B)

- Regular (R)
- Deficiente (D)

TABLA DE EVALUACIÓN

FACTORES A EVALUAR Y SUS RESPECTIVAS VARIABLES (Ver Cuestionario)	ASPECTOS A EVALUAR																								
	Redacción adecuada					Coherencia en los planteamientos					Lenguaje acorde al grado de instrucción					Pertinencia con los objetivos a medir					Veracidad y calidad del contenido				
	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D
1. Descripción de la situación actual del agua potable - Suministro - Déficit - Alternativas			X				X						X				X						X		
2. Prospección y construcción de pozos profundos - Procedimientos - Criterios - Técnicas				X			X						X				X						X		
3. Permisología para la construcción de pozos - Trámites - Requisitos legales - Entes correspondientes			X				X						X				X						X		
4. Criterios de sostenibilidad - Aprovechamiento del recurso agua - Sobreexplotación de los acuíferos - Monitoreo y control de los pozos de agua			X				X						X				X						X		

CONSIDERACIONES GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el ingeniero pueda llenar el cuestionario.	X		
La presentación del instrumento es adecuada. De no ser así, señale los factores o variables a corregir o mejorar		X	Se realizó un cambio de orden y número de preguntas, orientando las mismas a solo un ítem o variable por pregunta.
Los factores y variables son adecuados para recolectar la información. De ser negativa su respuesta, sugiera los factores o variables que deben incluirse y/o eliminarse		X	La medición que pueda hacerse con los factores y variables seleccionados, solo podrá corroborarse con la aplicación de los coeficientes estadísticos correspondientes. Por ahora se realiza una validación de contenido. Condición mínima para la aplicación de cualquier instrumento de evaluación. Por otra parte se definió la "Población" que podrá responder el siguiente instrumento de evaluación.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO					
APLICABLE		NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES	X


M. Sc. Esp. Ing. Prof. Alejandro F. Pocatererra B.
Ci: 7.109.571 CIV: 88.124

Anexo E: Procedimiento para la explotación de las aguas subterráneas, Alcaldía de San Diego

1. Solicitar a la empresa hidrológica, HIDROCENTRO C.A, la factibilidad de los servicios sanitarios de acueducto y cloacas, anexando al oficio, plano de ubicación con coordenadas del anteproyecto.
2. Obtenida la respuesta negativa de HIDROCENTRO, el interesado acude a la Ley de Aguas, la cual le concede el derecho de recurrir a la explotación de las aguas superficiales o subterráneas.
3. Inicia el proceso del proyecto urbanístico, en el cual, en el capítulo de acueducto y cloacas, debe determinar la demanda requerida para atender la población de su proyecto en ambos servicios, e introducirlos en INSALUD, organismo que le puede conceder: la aprobación, modificación o negación según sea el caso.
4. Aprobado por INSALUD, el interesado, inicia el proceso de solicitud de permiso ante el organismo correspondiente Ministerio del Ambiente para la perforación del o de los pozos, según la magnitud del proyecto.
5. Para ello, es absolutamente indispensable, el estudio geofísico, el cual consiste en localizar dentro del área del proyecto la zona más adecuada para realizar el estudio en cuestión.
6. El estudio geofísico consiste en una triangulación donde se colocarán sensores eléctricos, que le determinaran las condiciones de la estratigrafía del suelo en estudio, indicándole los espesores de las capas de tipo de material del terreno: suelos areno limoso, arcillas que pueden ser permeables y arenosas e impermeables, arenas saturadas, arenas con aguas dulces o salobres o saladas. Hoy en día hay equipos de última generación, los cuales le arrojan con mucha precisión los espesores de los distintos estratos del suelo en consideración, así como, los caudales posibles de explotación y la calidad del agua.

7. Obtenidos los resultados del estudio geofísico, como son: nivel estático, coeficiente de almacenamiento, nivel dinámico o de bombeo, curvas de abatimiento, capacidad específica de explotación a fin de no sobreexplotar en acuífero, radio de influencia, dato que le permitirá ubicar el pozo donde no haya interferencia con los conos de abatimiento de pozos cercanos, de manera de evitar la sobreexplotación del acuífero.
8. Además de todos los datos citados en el párrafo anterior, hay que realizar el análisis físico, químico, bacteriológico y microbiológico del agua del pozo, a los fines de determinar si el agua es “apta para el consumo humano” o requiere de algún determinado proceso de tratamiento para su consumo.
9. Con todo los datos anteriores, deberá presentar el proyecto del urbanismo a la dirección de desarrollo urbano de la Alcaldía de San Diego, donde lo analizaran con relación a observar si el mismo se ajusta a todas las variables urbanas vigentes en el Municipio y en cuanto a los servicios sanitarios, serán revisados por la dirección de aguas, donde se observará todos los datos y si ha cancelado totalmente los derechos de incorporación a HIDROCENTRO u oficio que indique que ha suscrito convenio de pago con la empresa hidrológica.

Anexo F: Planilla de recaudos para tramite de “Autorización de perforación de pozo (Exploratorio), Ministerio de Ecosocialismo”



PLANILLA DE CONSIGNACIÓN DE RECAUDOS PARA TRÁMITE DE “AUTORIZACION PARA PERFORACION DE POZO (EXPLORATORIO)”

Ciudadano:		C.I. N°	
Razón Social:		RIF. N°	
Fecha:		CORREO ELECTRONICO	
EXPEDIENTE N°			

	SI	NO
1. Solicitud dirigida al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, con identificación del interesado (Nombre y Apellido, C.I, Domicilio, Nacionalidad, Profesión, Dirección y Teléfono); Expresar con claridad el objeto de la solicitud, firmada por del solicitante (Art. 49 LOPA).		
2. Cancelar 50 UT en la Secretaria de Hacienda y Finanzas Gobernación Bolivariana del Estado Carabobo, mediante una Planilla Única de Recaudación (PUR) emitida por el SIARTEC (Sistema Automatizado de Recaudación Tributaria del Estado Carabobo)		
3. Fotocopia de la Cédula de Identidad		
4. Registro de Información Fiscal RIF (persona jurídica)		
5. Acreditación del Derecho que le asiste (documento propiedad, otro)		
6. Acreditación del carácter con que actúa (propietario, Apoderado, Autorizado, Representante legal)		
7. Registro Mercantil (persona Jurídica).		
8. Autorización del Ocupación del Territorio para perforación de pozo o uso conforme emitido por alcaldía si está en área urbana.		
9. Certificación de No Factibilidad de Hidrocentro (área urbana)		
10. Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural (solo nuevos proyectos)		
11. Estudio Geofísico (exploraciones geofísicas, sondeo eléctrico)		
12. Plano o de Ubicación del Pozo con proyección a un radio de 400 mts.		
13. Debe consignar toda la Documentación en una carpeta blanca de tres aros		
14. Consignar 10 hojas blancas tamaño carta, para la impresión del Informe de Inspección correspondiente.		
15. Una vez evaluado el expediente por el funcionario asignado, el mismo se comunicara con usted para solicitar la cantidad de hojas blancas tamaño carta necesaria para la emisión de su Autorización correspondiente.		

Anexo G: Cuestionario de preguntas a profesionales

La Información general que se desea obtener de la entrevista, es:

1. ¿Cuál es su punto de vista en referencia a la situación que sufre el país, sobre el suministro de agua potable para el abastecimiento urbano?
2. ¿Qué opinión tiene sobre la construcción de pozos de agua profundos, a través de tuberías de alimentación, como alternativa a la problemática del suministro de agua potable para el abastecimiento urbano, que enfrenta el país?
3. ¿Conoce usted el proceso de construcción de pozos de agua profundos para el suministro de agua potable, para el abastecimiento urbano?
4. ¿Cómo describe la situación actual de la prospección de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano? ¿Cuál es su opinión en referencia a la situación actual del tema de la construcción de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano?
5. ¿Considera adecuado la forma en la que se lleva a cabo la prospección y construcción de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano?
6. ¿Conoce usted los procedimientos a seguir y los entes a los cuales se debe acudir para tramitar la solicitud para la construcción de pozos de aguas profundos?
7. Debido a la aparente falta de control y monitoreo al otorgar los permisos para la construcción y control de pozos profundos ¿Cómo cree que se pueden ver afectados los acuíferos debido a la sobreexplotación que puede existir? ¿Qué consecuencias puede acarrear la aparente falta de control y monitoreo de permisos de construcción de pozos profundos, para el abastecimiento urbano?
8. Debido al crecimiento poblacional que experimenta el Municipio San Diego, y por lo tanto; un aumento considerable de los gastos de demanda de agua para el abastecimiento urbano, respecto al que se tenía contemplado en los últimos años: ¿Considera Ud. que es necesario la formulación de parámetros locales actualizados para llevar a cabo la prospección y construcción de pozos profundos?
9. En virtud del crecimiento poblacional del municipio San Diego, y con esto el aumento de los consumos de agua potable, ¿considera adecuado la inclusión de los criterios de sostenibilidad en los estudios?
10. De acuerdo con los criterios nacionales que existen y que rigen la prospección y construcción de pozos profundos, así como también el aprovechamiento del recurso

Anexo H: Respuestas de las preguntas a profesionales

PREGUNTA 1	
¿Cuál es su punto de vista en referencia a la situación que sufre el país, sobre el suministro de agua potable para abastecimiento urbano?	
Experto	Repuesta
Experto 1	En la actualidad el país vive una seria crisis de servicios y uno de los más graves es el suministro de agua potable, considerando que los sistemas de acueducto existente tienen un gran atraso ya que rebasaron su nivel de diseño y no habido inversión alguna por parte del Estado para subsanar su déficit.
Experto 2	La considero deficiente, es un problema que se viene presentando desde hace muchos años. No se ha concebido una estrategia en el mantenimiento y abastecimiento para el suministro del agua por parte de los organismos competentes, llegando al colapso a nivel nacional.
Experto 3	Hipercrítica a nivel de colapso en todo el país y en los distintos componentes de los sistemas de abastecimiento tanto de fuente superficial como de fuente subterránea.
Experto 4	La situación es caótica tanto en calidad como en cantidad
Experto 5	La mala calidad del agua y la escasez se deben a la falta de mantenimiento de las instalaciones para el bombeo, filtrado, purificación y distribución del vital líquido.

PREGUNTA 2	
¿Qué opinión tiene sobre la construcción de pozos de agua, a través de tuberías de alimentación, como alternativa a la problemática del suministro de agua potable para abastecimiento urbano, que enfrenta el país?	
Experto	Repuesta
Experto 1	Siempre fue una alternativa, especialmente en los tiempos de sequía que han afectado los embalses que abastecen los acueductos, pero en la actualidad considerando la crisis en el servicio muchas comunidades e inclusive los urbanizadores lo están implementado como una solución al abastecimiento.
Experto 2	Esta no la entiendo mucho. En general mi opinión sobre el uso de la fuente subterránea como se está haciendo a nivel nacional es de una grandísima irresponsabilidad y pone en riesgo la conservación del recurso valioso del agua subterránea. Tanto en calidad como en cantidad.

Experto 3	Que se debe ser muy cuidadoso con respecto a ese tema y respetar lo que indica la Norma, además Registrar los pozos que se vayan perforando para incluirlos en el inventario del organismo correspondiente a fin de no colapsar el acuífero.
Experto 4	Es una alternativa prácticamente obligada para obtener agua potable, pero debe concretarse de una manera consciente y responsable.
Experto 5	Es una solución viable debido a los graves problemas de escases y mala calidad del agua, solo que hay que tomar en consideración los resultados de los análisis de potabilidad para tratarla y adecuarla para el consumo humano.

PREGUNTA 3	
¿Conoce usted el proceso de construcción de pozos de agua profundos para el suministro de agua potable para abastecimiento urbano?	
Experto	Repuesta
Experto 1	Muy superficialmente, sé que requiere de un sondeo, perforación y equipamiento del pozo. adicionalmente se requiere de una permisología de las autoridades pertinentes, así como el análisis de la calidad de agua y aforo del volumen que genera
Experto 2	Si, lo conozco.
Experto 3	Si.
Experto 4	Si.
Experto 5	Sí, he supervisado la construcción de algunos pozos de agua en el municipio de San Diego.

PREGUNTA 4	
¿Cómo describe la situación actual de la prospección de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano? ¿Cuál es su opinión en referencia a la situación actual del tema de la construcción de pozos de agua profundos, para el abastecimiento urbano?	
Experto	Respuesta
Experto 1	Con referencia a la prospección no todas las empresas que ofrecen los servicios para la realización del SEV, tienen personal calificado y con respecto a la construcción de pozos profundos han proliferado un gran número de empresas que tampoco disponen de personal calificado. En consecuencia, la situación actual nos puede llevar a la sobreexplotación de los acuíferos, algo que pone en riesgo la vida útil del pozo.
Experto 2	Es una respuesta a la crisis de agua que se vive en la actualidad, y está siendo implementada por particulares y por sector público. En mi opinión la explotación de pozos profundo debe ser regulada, para con ello evitar la sobreexplotación de los niveles freáticos, lo cual podría conllevar a otra situación de riesgo geológico. en tal sentido debe ser regulado para evitar así su explotación irracional.
Experto 3	No hay prospección. No hay planificación, hay una inmensa e irresponsable improvisación. Se está usando la perforación de pozos como una medida de inmediatez para dar respuesta a una problemática que requiere soluciones de mediano y largo plazo y enormes inversiones. Esto acarreará una gravísima problemática de presión sobre el recurso subterráneo. Muy distante de las propuestas de la sostenibilidad.
Experto 4	Arbitraria, inconsciente, desordenada, sin control.
Experto 5	La situación actual es algo preocupante debido a la cantidad de pozos que se han perforado hasta hoy. Para la construcción de nuevos pozos es necesario respetar las normativas referentes a distanciamiento y profundidad para proteger los acuíferos.

PREGUNTA 5	
¿Considera adecuado la forma en la que se lleva a cabo la prospección y construcción de pozos de agua profundos, para abastecimiento urbano?	
Experto	Repuesta
Experto 1	Definitivamente no, se dejan de lado aspectos técnicos para el buen funcionamiento de la red de pozos, se pone en riesgo la conservación del recurso, se incrementa la presión sobre los acuíferos, indirectamente se promueve el abuso del recurso subterráneo y no se incluyen medidas de recuperación y recarga. Esto incidirá sobre la disponibilidad del recurso, la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida.
Experto 2	No debe ser regulado y normado para evitar la sobre explotación de los niveles freático y garantizar la eficiencia en el abastecimiento.
Experto 3	No.
Experto 4	La normativa es clara, sin embargo, los propietarios de vivienda no la están respetando y se han estado construyendo pozos sin permiso ni supervisión por parte de los organismos competentes.
Experto 5	La situación actual es algo preocupante debido a la cantidad de pozos que se han perforado hasta hoy. Para la construcción de nuevos pozos es necesario respetar las normativas referentes a distanciamiento y profundidad para proteger los acuíferos.

PREGUNTA 6	
¿Conoce usted los procedimientos a seguir y los entes a los cuales se debe acudir para tramitar la solicitud para la construcción de pozos de aguas profundos?	
Experto	Repuesta
Experto 1	No, desconozco el procedimiento y creo que los organismos son el Ministerio de Ambiente e Hidrocentro y por supuesto la Alcaldía la cual debe dar conformidad de la obra.
Experto 2	No de manera actualizada ya que se incorporaron modificaciones a los trámites que no se corresponden con la necesidad de protección del recurso y con la legalidad.

Experto 3	Si.
Experto 4	Si.
Experto 5	Sí. Son algo lentos y engorrosos, esto hace que algunos propietarios opten por construirlos sin hacer la notificación correspondiente.

PREGUNTA 7	
Debido a la aparente falta de control y monitoreo al otorgar los permisos para la construcción y control de pozos profundos ¿Cómo cree que se pueden ver afectados los acuíferos debido a la sobreexplotación que puede existir? ¿Qué consecuencias puede acarrear la aparente falta de control y monitoreo de permisos de construcción de pozos de agua profundos, para abastecimiento urbano?	
Experto	Respuesta
Experto 1	De manera directa se afecta el nivel freático, la disponibilidad de la reserva subterránea, se afectan los ecosistemas, los suelos, la vegetación y como consecuencia el clima y la calidad de vida. La respuesta se puede verificar en el nivel de los ríos y quebradas en periodo de verano. En el caso del Municipio San Diego, por las características del acuífero, ya se aprecia el descenso de los niveles de la corriente tanto del Cúpira como del San Diego y el agotamiento de algunos pozos.
Experto 2	La perforación indiscriminada de pozo profundo puede afectar el nivel freático, pudiendo generar una modificación en la morfología de los suelos variando su capacidad de carga
Experto 3	Se pudiera producir el agotamiento del acuífero.
Experto 4	Los organismos que otorgan los permisos saben la ubicación de los pozos perforados. El problema está en los que se perforan sin permiso, arbitrariamente, entonces el Ministerio del Ambiente, en este caso que da los permisos, está en desconocimiento de muchos y otorgan nuevos pozos cercanos a otros existentes, pudiendo afectar los acuíferos en cuanto a disminución de caudal, riesgos de degradación ambiental, riesgos de contaminación, etc.

Experto 5	La principal consecuencia podría ser que los acuíferos se vean afectados y en consecuencia los pozos bajen su rendimiento.
--------------	--

PREGUNTA 8	
Debido al crecimiento poblacional que experimenta el Municipio San Diego, y por lo tanto; un aumento considerable de los gastos de demanda de agua para abastecimiento urbano, respecto al que se tenía contemplado en los últimos años: ¿Considera Ud. que es necesario la formulación de parámetros locales actualizados para llevar a cabo la prospección y construcción de pozos profundos?	
Experto	Repuesta
Experto 1	Es fundamental, así como es también fundamental un Plan de regulación de la demanda y un plan de concienciación y educación ambiental.
Experto 2	Si es necesario sería una herramienta muy útil que podría implementarla las autoridades competentes regionales.
Experto 3	Absolutamente SI.
Experto 4	Totalmente
Experto 5	Es necesaria la revisión completa del proceso de tramitación de solicitud de construcción de pozos con el fin de propiciar que los propietarios registren sus pozos ante los organismos pertinentes. De ser posible la formulación de nuevos parámetros estos deberán estar alineados con lo especificado en la ley de aguas.

PREGUNTA 9	
En virtud del crecimiento poblacional del municipio San Diego, y con esto el aumento de los consumos de agua potable, ¿considera adecuado la inclusión de los criterios de sostenibilidad en los estudios?	
Experto	Repuesta
Experto 1	Es obligatorio para la recuperación y preservación de la disponibilidad del recurso tanto en calidad como en cantidad, tanto para las generaciones actuales como futuras.
Experto 2	Si deben ser considerados ya que el pozo requiere de un manejo y mantenimiento que garanticen su operatividad.

Experto 3	Si.
Experto 4	Si
Experto 5	Por supuesto que sí, el uso adecuado de este recurso es sumamente importante para optimizar el rendimiento de las instalaciones y redes de bombeo. Los criterios de sostenibilidad comienzan con la concientización de los usuarios de este importante servicio

PREGUNTA 10	
De acuerdo con los criterios nacionales que existen y que rigen la prospección y construcción de pozos profundos, así como también el aprovechamiento del recurso agua y su preservación ¿Qué aspectos importantes se puede resaltar para tomarlos en cuenta en la definición de los parámetros locales?	
Experto	Respuesta
Experto 1	Demanda de la población que se desea abastecer, algo que considero importante y casi no se hace por los costos asociados, es la construcción de una unidad de almacenamiento que permita satisfacer sino toda, pudiera ser en parte la demanda, sin necesidad de que el equipo de bombeo este encendido todo el día y la comunidad se abastezca por gravedad (considero que sería lo ideal) - Respetar la distancia entre pozos, de esta forma se protege al acuífero ya que sus conos de abatimiento no se solaparían y habría menos riesgo de sobreexplotación - Establecer por zonas las profundidades mínimas de perforación para la protección del acuífero. - Algo que se supone que se cumple, pero no es tan cierto, cumplir con lo establecido en la Norma.
Experto 2	Existiendo una infraestructura de abastecimiento de agua potable, subutilizada creo que debería realizarse un plan de recuperación de dicha infraestructura. Darle vigencia al otorgamiento de las concesiones para el aprovechamiento del recurso y la sinceración de las tarifas Revisar las dotaciones y redefinición de volúmenes máximos de consumo Regulación de demanda por horarios en el suministro. Regulación de almacenamientos residenciales. Propuestas sostenibles para el aprovechamiento de las aguas de lluvia y recargas de acuíferos. Obligación de respetar un % de áreas verdes en urbanismos. Incorporación de los sistemas de aguas grises a los diseños.

Experto 3	Considero que debe implementarse algún tipo una planificación para evitar la sobreexplotación y lograr una mayor eficiencia en el servicio, pudiéndose integrar los pozos al sistema de acueducto existente.
Experto 4	Evaluar el crecimiento poblacional en sectores donde no llega agua por tubería, así como estudios hidráulicos en el sector que permitan conocer la capacidad de suministrar agua con los sistemas de perforación de pozos. El organismo municipal correspondiente debería realizar una revisión de los permisos que otorga a las constructoras de urbanismos en sectores donde no llega el agua potable por tubería y verificar que se solicite la perforación de pozos de acuerdo a las necesidades de las nuevas construcciones, haciendo un sondeo de los pozos existentes, así como tratar de ubicar aquellos que se han realizado sin permisos para legalizarlos ante los organismos competentes y llevar un control en el sector
Experto 5	La ley de aguas rige para todo el país por igual y todas las regiones deben respetar sus lineamientos, cualquier parámetro específico que amerite un cambio en la normativa deberá pasar primero por el ministerio correspondiente e incluso podría ser necesaria la aprobación del consejo de ministros tal como lo establece dicha ley.