Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERÍA" SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento: ANÁLISIS AMBIENTAL

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 20 de Octubre de 2016

Contenido

1. Descripción del Proyecto 10
1.1. Nombre del proyecto 10
1.2. Localización 10
1.2.1. Ubicación geográfica y política del distrito 10
1.2.2. Ubicación del área degradada 11
1.3. Definición del horizonte de evaluación del proyecto 15
1.4. Análisis técnico de la Alternativa 16
1.4.1. Descripción de la Alternativa 1 16
1.4.2. Descripción de la alternativa 2 19
1.4.3. Aspectos técnicos de las alternativas 19
1.4.4. Selección de la Alternativa 23
1.4.5. Recuperación del área degradada 23

2. Descripción del Ambiente 37
2.1. Características del medio físico 37
2.1.1. Precipitación 38
2.1.2. Temperatura 39
2.1.3. Horas de Sol 40
2.1.4. Evaporación 41
2.1.5. Evapotranspiración 42
2.1.6. Humedad relativa 43
2.1.7. Hidrografía 44
2.1.8. Geología 44
2.1.9. Geomorfología 45
2.1.10. Hidrogeología 45
2.1.11. Sismicidad 45
2.1.12. Geotecnia 46
2.1.13. Riesgos Naturales y cambio climático 47
2.1.13.1. Riesgos naturales 47
2.1.13.2. Gestión del riesgo en un contexto del cambio climático 50
2.2. Características del Medio biológico 50

3. Entorno Socio-Cultural 51
3.1. Área de Influencia 51
3.2. Demografía 52
3.3. Actividades económicas predominantes 53

3.3.1. Actividad Pesquera 54
3.3.2. Actividad de Hidrocarburos 54
3.3.3. Actividad Turística 54
3.4. Salud 55
3.5. Educación 56

4. Marco Legal y Regulatorio 58
4.1. Marco legal ámbito nacional 58
4.2. Marco Legal ámbito local 62
4.3. Marco Legal de la participación de los involucrados 64

5. Impactos del Proyecto 65
5.1. Actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales 65
5.1.1. Etapa de Inversión (construcción de obra) 65
5.1.1.1. Obras preliminares 65
5.1.1.2. Movimiento de tierras 66
5.1.1.3. Sellado del área con tierras de la zona 66
5.1.1.4. Construcciones complementarias (vías de acceso, cerco perimétrico) 66
5.1.2. Etapa de Post Inversión (operación y mantenimiento) 67
5.1.2.1. Actividad de monitoreo de Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 67
5.1.2.2. Actividad de monitoreo de Estabilidad de taludes. 67
5.1.2.3. Actividad de monitoreo de biogás. 68
5.1.3. Gestión del riesgo climático durante toda la etapa de vida del proyecto 68
5.2. Resumen de los impactos al ambiente identificados 68
5.2.1. Etapa Inversión (Construcción de obra) 70
5.2.1.1. Calidad del aire 70
5.2.1.2. Ruido 70
5.2.1.3. Estilo de vida 71
5.2.1.4. Salud e higiene 71
5.2.2. Etapa Post Inversión (Operación y mantenimiento) 71
5.2.2.1. Calidad de los suelos 71
5.2.2.2. Calidad de las aguas subterráneas 71
5.2.2.3. Calidad de las aguas superficiales 71
5.2.2.4. Calidad del aire 71
5.2.2.5. Estilo de vida 72
5.2.2.6. Paisaje 72
5.2.2.7. Salud e higiene 72

6. Mitigación de Impactos 73
7. Plan de Monitoreo 75

7.1. Estrategia de Monitoreo Ambiental 76
7.1.1. ECA suelos 76
7.1.2. ECA aire 78
7.1.3. ECA agua 79
7.2. Control Post-Clausura 86
7.2.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta final 86
7.2.2. Estabilidad de taludes 87
7.2.3. Monitoreo del biogás 87
7.3. Frecuencia de monitoreos ambientales 88
7.4. Costos de los monitoreos ambientales 89
7.5. Manejo de datos – informe de seguimiento y control 90
7.6. Final de los monitoreos y controles 90

8. PARTICIPACIÓN PUBLICA 90
8.1. Análisis de involucrados 90
8.2. Metodología desarrollada 91
8.3. Identificación de los involucrados 92
8.4. Identificación de beneficiarios 94
8.5. Percepción de los involucrados 94
8.6. Resumen del taller de involucrados 95
8.7. Resumen de la encuesta aplicada en el taller de involucrados 96
8.8. Resumen de la entrevista involucrados clave 97
8.9. Resumen del monitoreo de 7 días del botadero y encuesta a los recicladores 97
8.10. Identificación de posibles conflictos 98
8.11. Mecanismos de Participación Ciudadana a desarrollar 99
8.11.1. Talleres informativos 99
8.11.2. Reuniones de información y consulta. 99
8.11.3. Encuestas de opinión. 99
8.11.4. Entrevistas de percepción y observación directa. 100
8.11.5. Acceso de la población a resúmenes ejecutivos y al contenido del análisis ambiental. ... 100
8.11.6. Buzón de sugerencias, quejas, reclamos o agravios 100
8.11.7. Visitas guiadas al área de instalaciones del proyecto. 101
8.11.8. Monitoreo participativo. 101

9. Seguridad y Salud 102
10. Conclusiones y recomendaciones 102

10.1. Conclusiones 102

10.2. Recomendaciones 103

11. Anexos 104

Índice de Tablas

Tabla 1. Localización del botadero "Pampa chanchería" 10

Tabla 2. Coordenadas de ubicación del área afectada Pampa Chanchería. 13

Tabla 3. Cuadro resumen del indicador costo-efectividad 23

Tabla 4. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario 29

Tabla 5. Estación meteorológica de Bernales 37

Tabla 6. Precipitación total mensual (mm) 38

Tabla 7. Temperatura media mensual, ºC 39

Tabla 8. Media mensual de horas de sol 40

Tabla 9. Evaporación total mensual (mm) 41

Tabla 10. Evapotranspiración media del Área de Estudio (mm). 42

Tabla 11. Humedad Relativa del Área de Estudio (%) 43

Tabla 12. Ubicación de Calicatas 46

Tabla 13. Estudio de Suelos 46

Tabla 14. Resumen de ensayos de corte directo 47

Tabla 15. Rangos de Permeabilidad Relativos por Tipo de Suelo 47

Tabla 16. Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto 48

Tabla 17. Caracterización específica de los peligros 48

Tabla 18. Caracterización específica de los peligros 49

Tabla 19. Resumen de peligros 49

Tabla 20. Población de Chincha 52

Tabla 21. Población Económicamente Activa 55

Tabla 22. Casos de enfermedades diarreicas agudas EDA (Acuosas + Disentéricas) 2013 y 2014 56

Tabla 23. Casos de Infecciones respiratorias agudas IRA (No neumonías) 2013 y 2014 56

Tabla 24. Número de locales escolares por tipo de gestión y área geográfica, según etapa, modalidad y nivel educativo 2015 57

Tabla 25. Clasificador Funcional Programática del Proyecto 59

Tabla 26. Resumen de posibles elementos ambientales afectados 69

Tabla 27. Identificación de posibles elementos ambientales afectados 72

Tabla 28. Medidas de prevención, mitigación y corrección 73

Tabla 29: Gastos en Gestión Integral de Residuos Sólidos (En soles) – 2014 75

Tabla 30. Monitoreo de suelos 77

Tabla 31. Monitoreo de aire 78

Tabla 32. Monitoreo de agua 79

Tabla 33. Frecuencia de monitoreos Ambientales 88

Tabla 34. Costo de monitoreos Ambientales 89

Tabla 35. Análisis de involucrados. Metodología participativa 91

Tabla 36. Involucrados afectados por el problema 93

Tabla 37. Involucrados afectados por la solución 93

Tabla 38. Población beneficiaria de la primera fase del proyecto de gestión integral de residuos solidos .. 94

Tabla 39. Descripción del tipo de participantes en el taller 95

Tabla 40. Posibles conflictos en la etapa de inversión 98

Tabla 41. Posibles conflictos en la etapa de operación y mantenimiento 98

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Distrital en la Región de Ica 11

Figura 2. Localización del Proyecto 12

Figura 3. Plano georreferenciado del botadero 15

Figura 4. Estrategia de clausura de la alternativa 1 y la Alternativa 2 20

Figura 5. Zona de cantera 25

Figura 6. Morfología final del botadero Pampa Chanchería 26

Figura 7. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (I) 26

Figura 8. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (II) 27

Figura 9. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (III) 27

Figura 10. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (IV) 28

Figura 11. Detalle de vial 31

Figura 12. Cerco perimétrico 31

Figura 13. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco 33

Figura 14. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Pampa Chanchería 33

Figura 15. Tomografía 2D. Sección 3 Botadero Pampa Chanchería 34

Figura 16. Precipitación media mensual 38

Figura 17. Temperatura media mensual 39

Figura 18. Promedio Mensual Horas de Sol (hr) 40

Figura 19. Evaporación media del Área de estudio (mm) 41

Figura 20. Evapotranspiración media del Área de estudio 42

Figura 21. Humedad Relativa (%) del Área de estudio 43

Figura 22. Ubicación de Área de Influencia 52

Figura 23. Localización de pozos de monitoreo ambiental 85

Figura 24. Detalle del sondeo de control 86

Figura 25. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás 88

Lista de Abreviaturas

ANP	AREAS NATURALES PROTEGIDAS
BID	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
CME	CONTENIDOS MINIMOS ESPECIFICOS
D.S.	DECRETO SUPREMO
DBO	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
DDT	DICLORODIFENILTRICLOROETANO
DIGESA	DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
DIRESA	DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMBIENTAL
DQO	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
ECA	ESTANDAR DE CALIDAD AMBIENTAL
EPA	US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
EPP	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL
GPS	GLOBAL POSITIONING SYSTEM
HDPE	HIGH DENSITY POLYETHYLENE
IDP	INGENIERIA MEDIO AMBIENTE ARQUITECTURA
INDECOPI	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
INEI	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA
LMP	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
NTP	NORMA TECNICA PERUANA
OHSAS	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES
OMS	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
OyM	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PCM	PRESIDENCIA DE CONSEJO DE MINISTROS
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
pH	POTENCIA DE OXIGENO
PIP	PROYECTO DE INVERSION PUBLICA
SEDESOL	SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL DE MEXICO
SENAMHI	SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SERNANP	SERVCIO NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDOS POR EL ESTADO PERUANO
SNIP	SISTEMA NACIONAL DE INVERSION PUBLICA
UTM	UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
WGS	WORLD GEODETIC SYSTEM

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Nombre del proyecto

Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica.

1.2. Localización

1.2.1. Ubicación geográfica y política del distrito

El terreno donde se ubica el botadero "Pampa Chanchería" pertenece al ministerio de agricultura pero debe ser cedido en uso a la Municipalidad provincial de Chincha, dicho terreno se encuentra en el distrito de Pueblo Nuevo, está ubicado en la Provincia de Chincha, Departamento de Ica. Situada entre las coordenadas UTM 8517815N y 377977E, cuenta con una extensión de 209.45 km2. Los límites del Distrito de Pueblo Nuevo son:

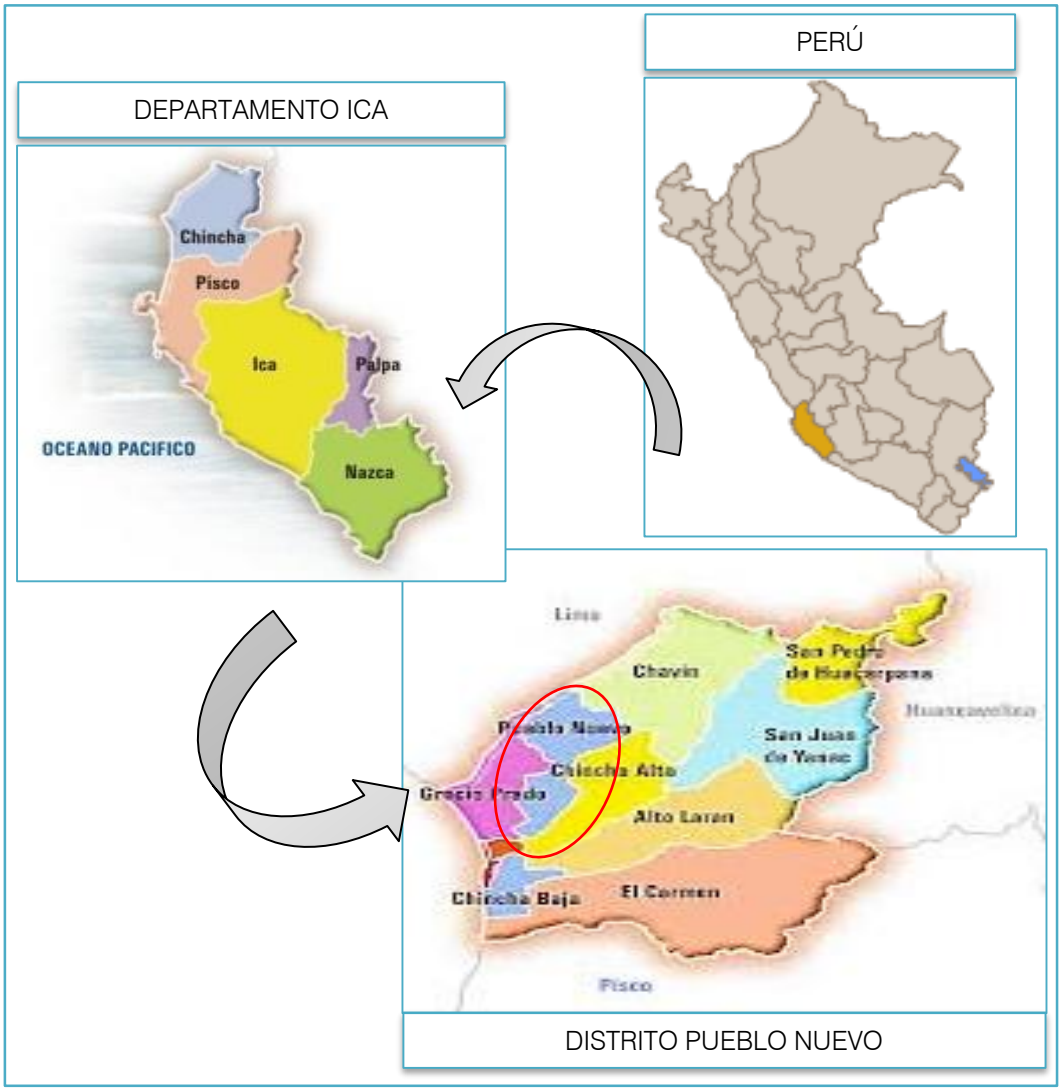
- Por el Norte : Con la Provincia de Cañete.
- Por el Sur : Con el Distrito de Chincha Alta.
- Por el Este : Con los Distritos de Chincha Alta y Chavín.
- Por el Oeste : Con el Distrito de Grocio Prado.

Tabla 1. Localización del botadero "Pampa chanchería"

Departamento/Región	Ica
Provincia	Chincha
Distrito	Pueblo Nuevo
Localidad	-
Región geográfica	Costa
Altitud	195 m.s.n.m

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 1. Ubicación Distrital en la Región de Ica



Fuente: PIP Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Chincha Alta y Ampliación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos de las Ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Laran, SUNAMPE, Chincha Baja y Tambo de Mora de la Provincia de Chincha – Ica.

1.2.2. Ubicación del área degradada

La provincia de Chincha cuenta con un botadero que es denominado "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, donde arroja sus residuos sólidos desde el año 1960, el botadero no tiene ningún procedimiento técnico para mitigar el impacto ambiental que genera.

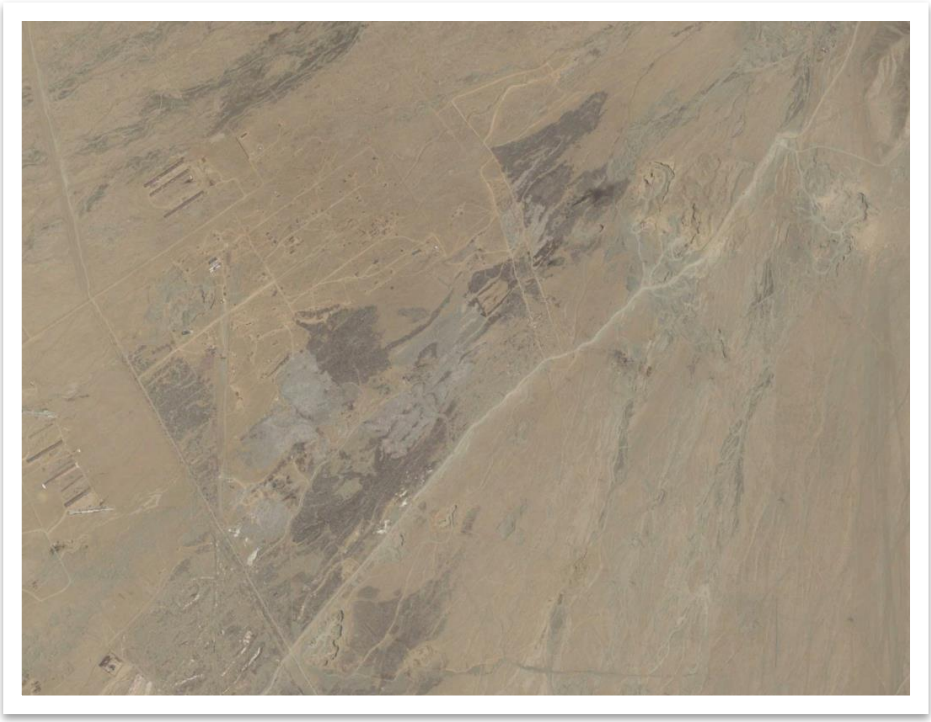
El botadero "Pampa Chanchería" se ubica en el Distrito de Pueblo Nuevo, Sector Pampa de Ñoco. El recojo de los residuos sólidos en Chincha se realiza con un cargador frontal y un volquete, triciclos y colectores de plásticos con ruedas. La población genera un aproximado de 43.64 TM diarias.

Para llegar al botadero “Pampa Chanchería” Sector Pampa de Ñoco se toma la carretera que conduce al Distrito de Chavín, con un tramo de 1.5 Km. de carretera asfaltada y un segundo tramo de 4.5 Km. de trocha. La distancia desde el poblado más cercano hacia el botadero es de 2.6 Km.

El proyecto se ubica a una altitud promedio de 209 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, 380260.31 m Este; 8521615.27 m Sur.

La imagen a continuación muestra la localización del proyecto.

Figura 2. Localización del Proyecto



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Dicha área tiene una superficie de 1,054,761 m2.

Tabla 2. Coordenadas de ubicación del área afectada Pampa Chanchería.

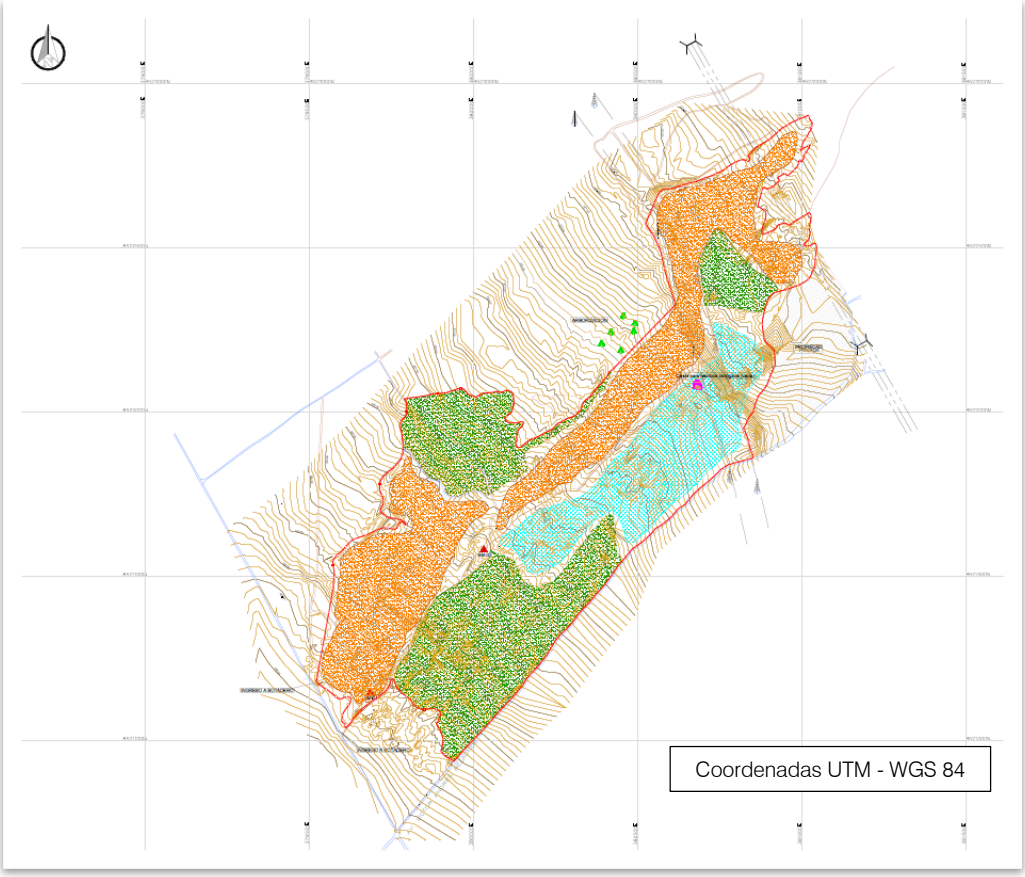
N°	X	Y	N°	X	Y
1	379940.996	8520937.270	67	380355.963	8522048.508
2	379917.603	8520950.533	68	380414.621	8522124.103
3	379901.217	8520969.770	69	380615.854	8522327.458
4	379908.486	8521004.621	70	380585.362	8522421.761
5	379886.680	8521052.540	71	380524.354	8522573.618
6	379899.389	8521081.759	72	380564.456	8522669.053
7	379840.847	8521095.103	73	380579.142	8522681.128
8	379807.881	8521125.764	74	380678.051	8522701.244
9	379780.597	8521146.207	75	380822.323	8522768.862
10	379757.278	8521185.999	76	380838.297	8522761.311
11	379750.187	8521188.000	77	380842.075	8522772.894
12	379728.209	8521146.770	78	380837.084	8522779.790
13	379637.064	8521070.650	79	380902.612	8522831.176
14	379612.909	8521039.623	80	381015.779	8522902.006
15	379606.020	8521053.318	81	381024.962	8522890.404
16	379600.461	8521072.084	82	381032.266	8522878.765
17	379624.803	8521113.220	83	381026.706	8522856.499
18	379600.661	8521127.806	84	381004.485	8522822.773
19	379520.697	8521179.196	85	380996.349	8522796.170
20	379573.779	8521466.592	86	381025.194	8522812.982
21	379575.877	8521494.517	87	381008.356	8522784.666
22	379572.753	8521532.840	88	380998.741	8522761.573
23	379573.199	8521550.219	89	380993.004	8522765.802
24	379585.247	8521565.979	90	380983.220	8522743.985
25	379600.421	8521578.011	91	380958.104	8522718.847
26	379631.661	8521611.432	92	380946.109	8522726.451
27	379687.929	8521632.543	93	380927.077	8522711.377
28	379728.987	8521648.139	94	380932.319	8522705.647
29	379760.451	8521643.906	95	380893.143	8522679.298
30	379774.509	8521662.176	96	380886.152	8522684.606
31	379796.553	8521658.316	97	380876.645	8522665.608
32	379763.695	8521676.389	98	380867.648	8522626.312

33	379717.420	8521698.202	99	380888.748	8522612.259
34	379725.669	8521719.009	100	380877.577	8522550.678
35	379726.129	8521736.027	101	380881.714	8522540.759
36	379716.073	8521758.795	102	380929.291	8522570.930
37	379716.046	8521786.997	103	380949.150	8522575.889
38	379749.209	8521824.997	104	380962.802	8522568.863
39	379778.286	8521855.082	105	381023.289	8522608.004
40	379785.793	8521873.609	106	381028.667	8522598.912
41	379782.030	8521938.317	107	381022.462	8522556.755
42	379776.977	8521975.375	108	381022.462	8522529.478
43	379795.576	8521991.642	109	381005.085	8522507.986
44	379797.237	8522027.059	110	381043.147	8522513.359
45	379789.575	8522040.062	111	381036.673	8522433.012
46	379874.793	8522055.667	112	381019.695	8522404.839
47	379919.079	8522059.687	113	380915.902	8522363.562
48	379959.004	8522071.747	114	380897.434	8522344.402
49	379986.942	8522052.064	115	380886.319	8522216.791
50	380008.584	8522045.884	116	380916.095	8522188.146
51	380026.684	8522056.946	117	380919.404	8522145.179
52	380070.972	8522063.198	118	380894.038	8522082.381
53	380104.670	8522065.603	119	380867.485	8522048.927
54	380119.112	8522059.350	120	380852.046	8522000.452
55	380122.482	8522019.910	121	380822.909	8521951.413
56	380095.042	8521981.913	122	380851.044	8521868.112
57	380105.633	8521969.168	123	380850.539	8521859.975
58	380138.794	8521968.786	124	380776.391	8521840.032
59	380152.737	8521968.180	125	380679.091	8521758.591
60	380137.293	8521945.431	126	380623.300	8521704.950
61	380129.154	8521899.229	127	380554.689	8521646.112
62	380142.970	8521893.213	128	380481.767	8521581.483
63	380174.936	8521917.832	129	380441.238	8521532.982
64	380246.529	8521952.099	130	380288.140	8521344.206
65	380310.535	8521989.755	131	380149.484	8521167.224
66	380327.286	8522005.536	-	-	-

Fuente: Equipo de Formulación, 2015 – UTM WGS 84.

A continuación se presenta el plano de ubicación del área degradada debidamente georreferenciada.

Figura 3. Plano georreferenciado del botadero



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Pampa Chanchería Sector Pampa de Ñoco (Chincha). 2015

1.3. Definición del horizonte de evaluación del proyecto

El proyecto de recuperación de áreas degradadas por Residuos Sólidos comprende dos fases, cada una de las cuales presenta un horizonte evaluación específico.

- Fase de inversión: (Total 19 meses)

La fase de inversión contempla el desarrollo del expediente técnico y la ejecución del proyecto de la alternativa seleccionada.

- Primera etapa, de 4 meses de duración, para la licitación y contratación de los servicios profesionales de consultoría.

- Segunda etapa, de 8 meses de duración, para la realización de los estudios y expediente técnico, con sus respectivos permisos emitidos por autoridad competente.

- Tercera etapa, de 4 meses de duración, para la licitación y contratación de la empresa encargada de la ejecución.

- Cuarta etapa, de 5 meses de duración, para la ejecución de las obras de clausura del botadero.

- Fase de post inversión (10 años):

Esta fase incluye actividades vinculadas con la operación y mantenimiento del proyecto así como su evaluación ex post consiste básicamente en la entrega de los servicios del proyecto, por lo que su desembolso se encuentran vinculados con los recursos necesarios para ello: personal, insumos. Durante la fase de Operación y Mantenimiento quedará restringido el acceso a cualquier persona no autorizada.

1.4. Análisis técnico de la Alternativa

A continuación se describen los aspectos técnicos, metas y requerimientos de recursos relativos a las alternativas de recuperación del área degradada "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco.

1.4.1. Descripción de la Alternativa 1

El proyecto contempla para la Alternativa 1 los siguientes componentes:

COMPONENTE 1: ADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL DESTINO FINAL

Medio fundamental 1a: Apropiada Técnica de Confinamiento.

Acción 1a-1: Obras preliminares

Se considera realizar las actividades como limpieza de terreno manual, cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de la obra cartel de identificación de obra, caseta para guardianía, cartel de identificación de la obra, caseta adicional p/guardianía y/o deposito, movilización y desmovilización de maquinarias herramientas para la obra, transporte de materiales y equipos menores, almacenamiento provisional p/agua, suministro y colocación de sanitarios portátiles.

Acción 1a-2: Movimiento de Tierras

Se considera realizar las actividades como trazo y replanteo, corte y relleno en terreno.

Acción 1a-3: Sellado del Área con Tierras de la zona.

Se realizara el refine y nivelación del terreno para colocar una capa de material de regularización propio de tierras de la zona con un espesor de 90 cm.

Acción 1a-4: Construcción complementarias

Se construirá cerco perimétrico (incluido la puerta de acceso) y vía de acceso.

COMPONENTE 2: EFICIENTE GESTION MUNICIPAL EN LA DISPOSICION FINAL.

Medio fundamental 2a: Personal Suficientemente Capacitado

Estas acciones están orientadas a fortalecer las capacidades del personal municipal en ejecutar sus labores cotidianas con la precaución y empelo correcto de la normativa nacional vigente en salud y seguridad ocupacional.

Acción 2a-1: Capacitación en seguridad y salud ocupacional

Acción 2a-2: Elaboración e impresión de manual de seguridad y salud ocupacional para el personal

Acción 2a-3: Capacitación en guías técnicas, normas, sanciones y en la operación y mantenimiento de clausura del botadero

Acción 2a-4: Elaboración e impresión de manual de operación y mantenimiento del botadero

Acción 2a-5: Elaboración de video de instrucción

Medio fundamental 2b: Apropiado sistema de vigilancia ambiental

Se considera de vital importancia que el personal municipal a cargo de esta labor cuente con las capacidades necesarias para ejecutar su labor, por ello se ha considerado lo siguiente:

Acción 2b-1: Capacitación en seguimiento, control y vigilancia del plan de monitoreo ambiental. (Monitoreos ambientales de la calidad del agua, aire y suelo).

COMPONENTE 3: APROPIADAS PRÁCTICAS DE LA POBLACIÓN

Dentro de apropiadas prácticas de la población se ha considerado la siguiente actividad:

Medio fundamental 3a: Suficiente difusión de los riesgos e impactos a la salud y al ambiente

Tiene por finalidad contribuir a generar y mantener relaciones armónicas entre los actores involucrados con el cierre del botadero. La estrategia pretende ser un referente o fuente oficial de la divulgación de información del proyecto y evitar la desinformación que puede derivar en conflictos.

Aquí se considera el diseño e implementación de la estrategia de comunicación para la difusión de los riesgos e impactos a la salud y al ambiente, respecto a la existencia de una área degradada por residuos sólidos y sus posibles impactos a la salud de las personas y al ambiente; además de comunicar la clausura y cierre del botadero.

Para esta acción se considera desarrollar los siguientes:

Acción 3a-1: Comunicación grupal

- Evento de inicio del proyecto.
- Talleres de difusión de información.
- Redacción y difusión de notas de prensa en medios locales.
- Diseño e impresión de boletín y folletería del proyecto.

Acción 3a-2: Comunicación mediática

- Elaboración y difusión de microprogramas de radio.
- Elaboración e impresión de afiches educativos.
- Señalización con carteles cerca al botadero.
- Elaboración y difusión de video reportaje.
- Diseño e impresión de banners del proyecto.

Acción 3a-3: Asistencia técnica

Dicha asistencia técnica está orientada a las actividades que demande la intervención en adecuadas prácticas de la población como acciones en educación y comunicación ambiental.

Medio fundamental 3b: Apropiadas prácticas de los actores sociales en la zona degradada

En el caso específico del Distrito de Pueblo Nuevo se identificó a 48 recicladores en el botadero, los cuales pueden ser incorporados dentro de la planta de reaprovechamiento del relleno sanitario o en el programa de segregación en la fuente que implementara el proyecto de la fase 1. Sin embargo, se sugiere que las medidas a considerar en el plan de intervención social deben considerarse su aplicación. A continuación se describirá la propuesta.

Acción 3b-1: Medidas para implementar con los recicladores del botadero

- Estudio e focalización social del reciclador y su articulación a programas sociales del estado

El estudio tiene por tarea evidencia la situación real del reciclador y su familia utilizando el mecanismo de focalización de hogares que actualmente utiliza el gobierno para determinar la calidad de vida de los pobladores y que puedan acceder a los diversos servicios sociales que brinda y su articulación con otros programas sectoriales del estado de ayuda o lucha contra la pobreza.

- Programa de Inclusión social de los recicladores ubicados en el botadero

Lo que pretende este programa es darle la oportunidad al reciclador de decidir sobre su futuro. Para este caso se plantea dos líneas de acción:

1. Formalización del reciclador, si desea continuar con dicha actividad se someterá al programa de capacitación de formalización de recicladores a cargo de la municipalidad.

2. **Programa de capacitación en habilidades y competencias laborales alternativas**, esta medida lo que pretende es darle la oportunidad al reciclador del botadero de desarrollar o potenciar otra habilidad laboral que le permita en el corto y mediano plazo mejorar su situación económica y calidad de vida.

1.4.2. Descripción de la alternativa 2

El proyecto Alternativo 2 está compuesto por la combinación de las acciones; 1a-1, 1a-2, 1a-3-2, 1a-4, 2a-1, 2a-2, 2a-3, 2a-4, 2a-5, 2b-1, 3a-1, 3a-2, 3a-3, 3b-1. La diferencia se da en la acción 1a-3 ya que para la segunda alternativa considera la acción 1a-3-2 Impermeabilización a base de manto de Bentonita GCL con un coeficiente de permeabilidad inferior o igual a 10-9 m/s, considerando para ello actividades de anclaje del material.

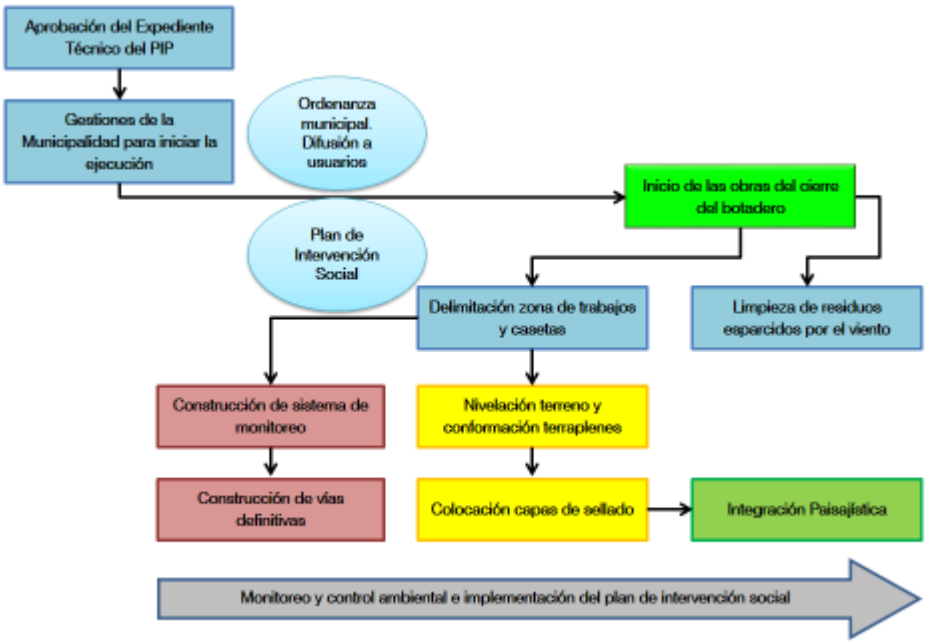
1.4.3. Aspectos técnicos de las alternativas

Los aspectos técnicos describen la estrategia de clausura y definición de uso final para el botadero "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco. Además se detallan las medidas de recuperación del área degradada, de control de las fuentes contaminantes, Plan de Monitoreo Ambiental, eficiente gestión municipal, prácticas de la población y estrategia post-clausura que garantice el correcto funcionamiento de las medidas adoptadas.

Dado que no se han identificado peligros naturales asociados a las diversas variables climáticas, los efectos del cambio climático son mínimos en el área de estudio, lo anterior se concluye a partir de la información recolectada, donde se puede verificar que los peligros y desastres naturales se reducen a los peligros asociados a la actividad sísmica.

En la siguiente figura se observa los pasos a considerar en la clausura del área degradada.

Figura 4. Estrategia de clausura de la alternativa 1 y la Alternativa 2



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Aprobación del Expediente Técnico del PIP: se gestionara la aprobación del expediente técnico ante la autoridad competente[1].

Gestiones de la Municipalidad para iniciar la ejecución: una vez aprobado el expediente, la Municipalidad elaborara y aprobara una ordenanza municipal informando la clausura del botadero. Asimismo coordinara con la empresa a cargo de la ejecución para que se implemente el Plan de Intervención social.

Comunicación a usuarios: mediante ordenanza municipal, se difundirá a los usuarios del botadero la clausura del mismo. Para tal caso se empleara un ´plan de manejo de medios locales para difundir los mensajes que sean necesarios.

Plan de Intervención Social: se elaborará un plan que permita a los ejecutores del proyecto solventar adecuadamente todas las demandas sociales que se deriven de la ejecución del proyecto. Asimismo durante la elaboración del perfil se realizaron talleres de información y sensibilización para dar a conocer a los involucrados, no solo las actividades a ejecutar durante la fase de inversión y su finalidad, sino también las medidas que se adoptarán durante la fase de operación y mantenimiento y los compromisos adquiridos por la comunidad. Se ha informado a los involucrados que el acceso a la zona estará limitado para personal no autorizado, con el fin de evitar cualquier tipo de infección derivada del contacto con

[1] La aprobación lo emitirá la DIGESA de acuerdo a su TUPA – Procedimiento 21: "Aprobación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos.

posibles vectores o agentes contaminantes y evitar posibles accidentes derivados de la proximidad a maquinaria. Igualmente se ha informado a la población de la imposibilidad de llevar a cabo cualquier actividad agrícola sobre el área degradada.

Inicio de las obras del cierre del botadero: una vez concluida la fase de comunicación a todas las partes, se darán comienzo los trabajos de clausura del botadero.

Delimitación zona de trabajos: se señalizará con cinta y se delimitara con vaya el área donde se desarrollarán los trabajos especificados en el proyecto, para evitar el paso de vehículos y/o personal ajeno a la obra, evitando así accidentes. También se delimitará y señalizará la zona donde se encuentren el campamento para personal y equipos, así como la zona de acopio de materiales.

Las señalizaciones antes y durante de la ejecución tiene como objetivo reducir los riesgos en la obra. Además del cartel de obra dando a conocer el propósito de la clausura del botadero, se instalarán señales preventivas y señalizaciones de obra.

Las dimensiones de las señales deberán estar acordes con la NTP6 399.010-1[2] y estar en función de la distancia de observación.

- Al iniciar las obras las señales informativas comunicarán el inicio de obras y las precauciones que se deberán adoptar por parte de la población. Esta señalización se colocará por lo menos a dos semanas antes de iniciarse los trabajos de recuperación del área degradada.

- La señalización preventiva se ubicará en zonas aledañas al proyecto, así como dentro del área de la construcción, estarán referidos principalmente a la prevención que deberán tener en cuenta los transportistas, transeúntes y trabajadores del propio proyecto. Esta señalización se encuentra enmarcada dentro de los parámetros que manejan el Ministerio de Transportes para vías, así como las normas OSHAS 18001 e IRAM, para señalización de áreas de trabajo y alrededores.

- La norma G50 Seguridad durante la construcción en su ítem 1.5.7 SEÑALIZACION, afirma: Se deberán señalar los sitios indicados por el responsable de seguridad de conformidad a las características de señalización de cada caso en particular. Estos sistemas de señalización (carteles, vallas, balizas, cadenas, sirenas, etc.) se mantendrán, modificarán y adecuarán según la evolución de los trabajos y sus riesgos emergentes.

Limpieza de residuos esparcidos por el viento: se realizará una limpieza para recoger todos aquellos materiales que, con el paso del tiempo, han sido esparcidos por los alrededores, principalmente plásticos y papeles, encontrándose en los árboles y plantas.

Construcción pozos para monitoreo ambiental: se construirán 18 pozos de monitoreo para tomar muestras de la napa freática.

[2] NTP: Norma Técnica Peruana.

Construcción de vías y cerco perimétrico: una vez llevada a cabo la limpieza de residuos esparcidos, se construirán las vías de acceso al botadero y el cerco perimétrico.

Nivelación terreno y conformación terraplenes: en la parte superior del botadero se dejará en terreno uniformado y nivelado. También se añadirá material – tierra- en aquella zona del botadero donde sea necesario para que el talud tenga la pendiente adecuada.

Colocación capas de sellado: sobre el residuo regularizado, se extenderá la capa de sellado a base de tierra de la zona.

Uso Final: a nivel internacional, se tiene conocimiento que los sitios de disposición final de residuos clausurados, se han utilizado para parques y usos recreativos, jardines botánicos, entre los principales. Asimismo, existe tecnología sofisticada para la construcción de estructuras pesadas, con el propósito de ampliar los usos de dichos sitios recuperados; sin embargo, los usos más comunes y relativamente económicos son las áreas verdes y recreativas.

Lo anterior, se debe a que los residuos sólidos depositados tienden a sufrir asentamientos diferenciales por la baja compactación de aquellos. Se estima que a lo largo de su vida, un relleno sanitario puede ver reducido su volumen hasta en un 25% debido a los factores mencionados anteriormente. Adicionalmente, se tiene el problema de generación de biogás y desprendimiento de compuestos orgánicos volátiles, atribuyéndose a estos últimos efectos importantes en la salud humana.

Debido a la inestabilidad de los sitios recién clausurados, los criterios internacionales establecen que es conveniente dejar el sitio sin un uso específico por un lapso de seis años; tiempo en el cual se presentan los mayores cambios en el sitio, debido a la estabilización de los residuos sólidos confinados.

Después de este período, es posible asignar un uso de tipo recreativo y/o deportivo, limitando la construcción de estructuras pesadas. En el caso del botadero "Pampa Chanchería", no se va a proyectar ningún uso posterior de la zona clausurada. Por un lado, al encontrarse junto al futuro relleno sanitario, no se recomienda un uso de tipo recreativo y/o deportivo. Además, la lejanía a los núcleos urbanos relevantes hace inviable otro diseño que no sea el que garantice una correcta integración de la solución final con el medio.

Monitoreo y Control Ambiental:

Con la finalidad de establecer una línea base ambiental, se realizaran monitoreos y controles de la calidad de aire, suelo siguiendo los parámetros establecidos en el ECA correspondiente. Al final de los 10 años (horizonte del proyecto) se volverán a realizar de nuevo los análisis para poder determinar el grado de recuperación (total o parcial) del área afectada. Se realizaran otros dos análisis en el año 3 y el año 5 para determinar la evolución de la recuperación pretendida.

1.4.4. Selección de la Alternativa

Para la selección de la alternativa se ha considerado la que presenta el menor valor para el indicador costo/efectividad, medido en metros cúbicos de residuos sólidos clausurados y controlados sanitaria y ambientalmente, como podemos apreciar en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Cuadro resumen del indicador costo-efectividad

Descripción	Alternativa 1 (C/E)		Alternativa 2 (C/E)	
	Costos de Mercado	Costos Sociales	Costo de Mercado	Costos Sociales
Inversión	S/.32,572,884	S/.27,354,858	S/.81,268,522	S/.67,759,539
O&M	S/.1,394,449	S/.1,205,497	S/.992,654	S/.864,993
Total	S/.33,967,333	S/.28,560,355	S/.82,261,177	S/.68,624,532
Indicador de efectividad	2,699,446 m3	2,699,446 m3	2,699,446 m3	2,699,446 m3
C/E	12.58 soles/m3	10.58 soles/m3	30.47 soles/m3	25.42 soles/m3

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tomando en consideración lo mencionado la Alternativa de Solución 1 es la seleccionada por tener el menor costo efectividad 10.58 soles/m3 a costos sociales.

1.4.5. Recuperación del área degradada

La recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos tiene como objetivo principal disminuir y mitigar los impactos al ambiente y la salud originados por la disposición irregular e incontrolada de los residuos sólidos, a la vez que se mejora la imagen del sitio y se facilita la operación del sitio bajo condiciones controladas.

Para la recuperación del área degradada se realizaran las siguientes actividades:

1. Obras preliminares

Los trabajos de clausura del botadero "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, consideran la limpieza de todo el contorno del botadero , sobre todo los residuos dispersos por acción del viento o disposiciones separadas del resto del residuo.

También se delimitara el área a trabajar, colocación de cartel de obra, instalación de la caseta de campamento/guardianía, traslado de maquinaria pesada a usar en la construcción de la obra, aprovisionamiento del agua y manejo de aguas residuales mediante uso de baños portátiles.

2. Movimiento de tierras

Se realizara cortes y relleno de tierras para establecer la configuración del área a recuperar, para ello se tomara en cuenta los taludes determinados en el estudio de estabilización de taludes.

3. Sellado del Área y conformación de la capa soporte - Diseño de la capa de cobertura final

Las medidas a ejecutar para la recuperación del área degradada se centran principalmente en la construcción de una capa de cobertura final. Este diseño requiere tener en consideración criterios que (1) minimicen el período en que el botadero representará un riesgo significativo para la salud de las personas o al ambiente, (2) potencien el desarrollo de procesos físicos y / o químicos que favorezcan las condiciones de estabilidad, mineralización de la materia orgánica y (3) eviten que se produzcan situaciones no deseadas en el conjunto del depósito controlado (asentamientos no esperados, reacciones no deseadas en la masa de residuos, etc.).

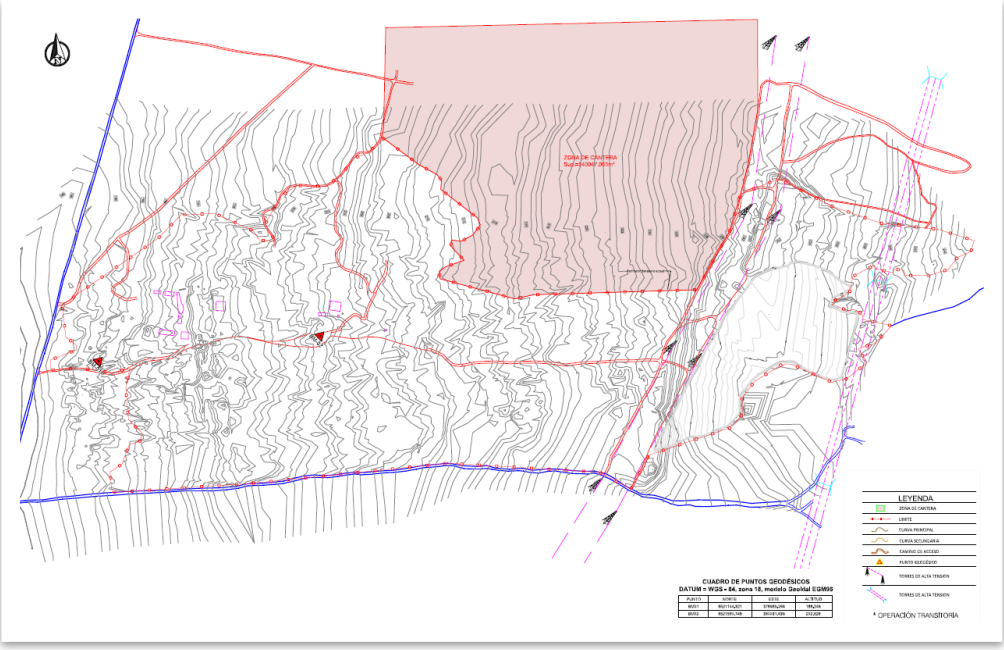
La "Alternativa 1" de recuperación del área degradada incluye la construcción de una capa de cobertura final- sellado, de acuerdo a la configuración descrita a continuación (en sentido ascendente):

- Residuos acumulados desde la operación del botadero.
- Capa de cobertura, a base de suelo de la zona, de 90 cm de espesor.

El material de tierra usada en la capa de regularización y cubierta de suelo tolerable deberá ser uniforme, con granulometría continua y con ausencia de tamaños grandes (>1.25 cm). El material aportado se deberá compactar al 95% de densidad relativa en toda la superficie de aplicación. Puesto que el material de la zona es apto para ser empleado, se recomienda la excavación de los terrenos aledaños al botadero para extraer el material de cantera necesario para la ejecución de las obras. Se ha identificado una zona de cantera para la obtención de material (cantera de 540,047.06 m2). El material necesario es de aproximadamente 955,407.63 m3 (medido en banco), por lo que la zona de cantera cuenta con materia suficiente para cubrir dichas necesidades.

El material de préstamo es de la misma zona donde se han ejecutado los ensayos (calicatas) y pertenecen a la misma unidad geológica, por lo que la caracterización de dichos suelos y del material de préstamo para la capa de cobertura son los mismos. En el momento de obtener el material de préstamo se tendrá que ensayar y determinar si los coeficientes son como mínimo los establecidos en el estudio geotécnico.

Figura 5. Zona de cantera



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

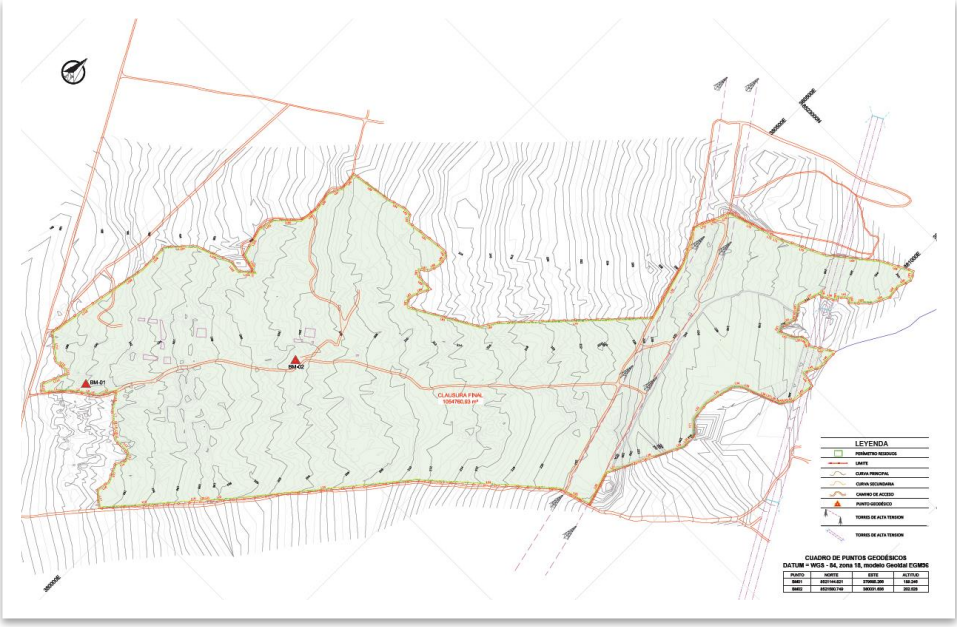
El impacto de esta excavación no será significativo en el área de cantera debido a la poca excavación que se efectuará. Además, se minimizará el impacto visual del área de la excavación, realizando los trabajos de manera que el espacio quede integrado con la morfología del lugar y no se observen diferencias importantes en la misma.

Dadas las condiciones de climáticas y semidesérticas de la zona, no se procederá al sembrado de especies sobre la cobertura.

La capa de cobertura final propuesta cumple con los criterios de diseño, garantizando la correcta cubrición de los residuos (capa de cobertura min de 50 cm). Igualmente, la capa de cobertura diseñada permite que el botadero quede integrado en el medio si causar impactos relevantes ni visuales ni medioambientales.

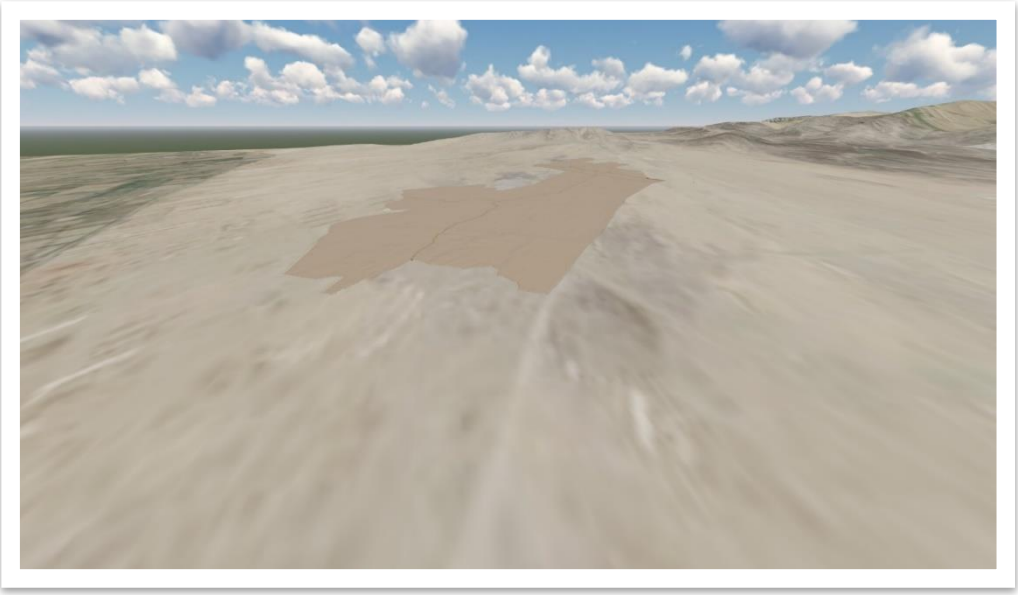
La imagen a continuación muestra la morfología final del botadero una vez realizadas las obras de recuperación del área degradada.

Figura 6. Morfología final del botadero Pampa Chanchería



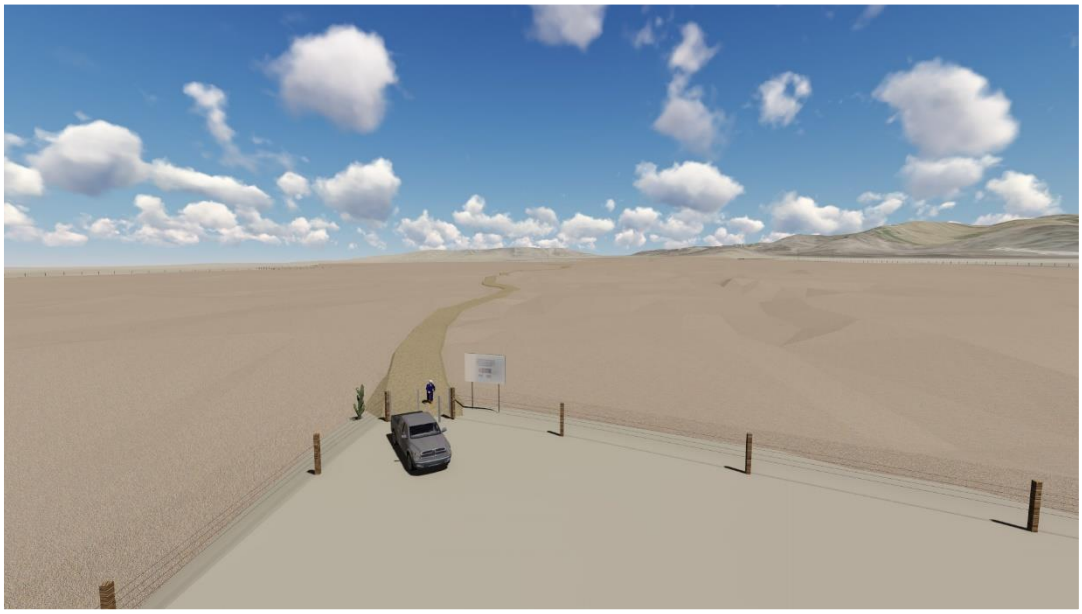
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 7. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (I)



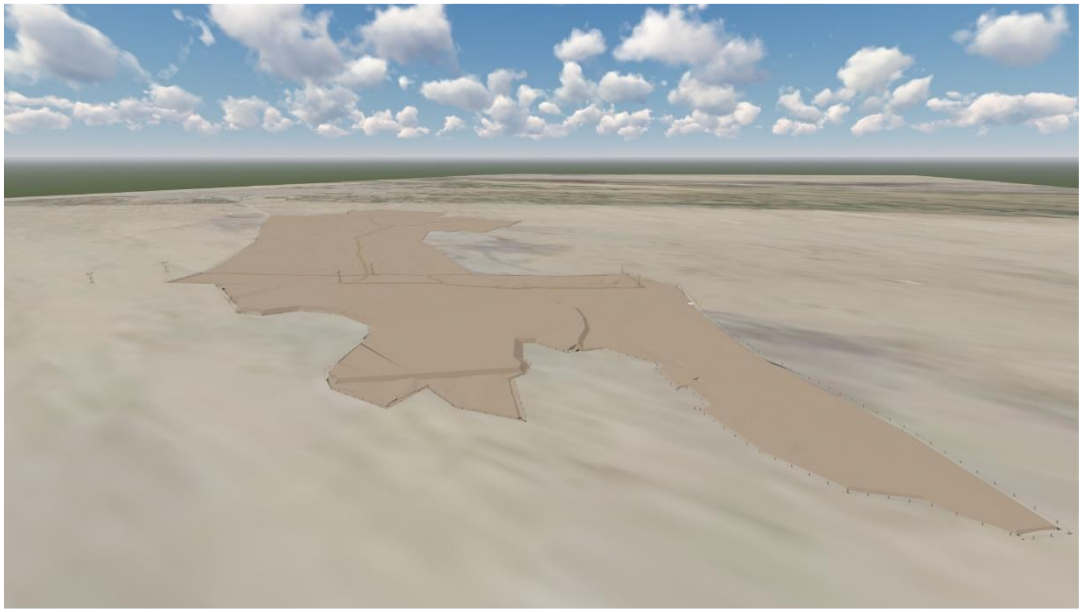
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 8. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (II)



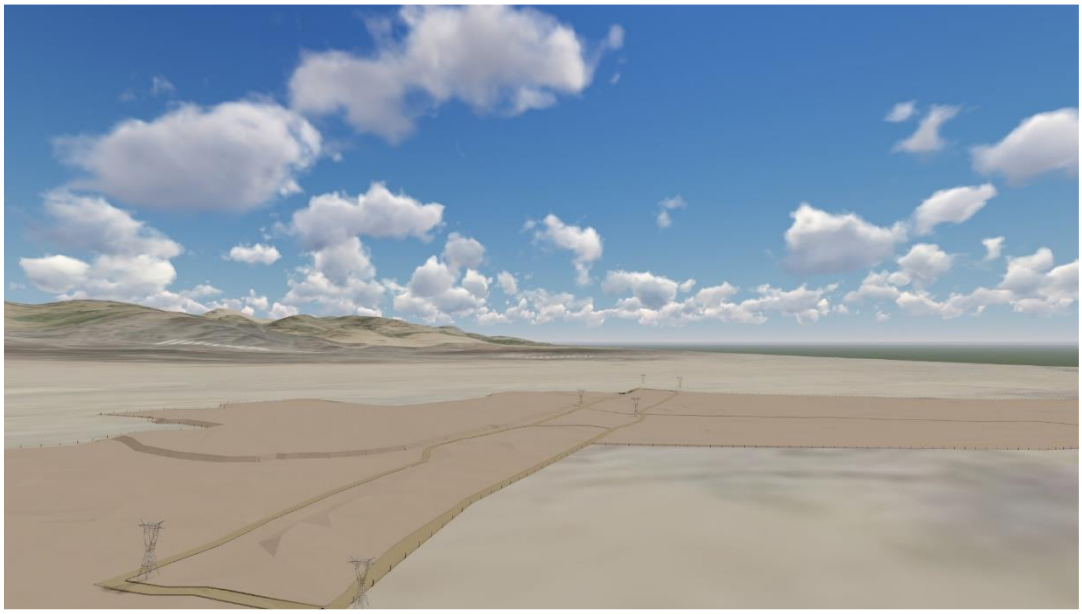
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 9. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (III)



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 10. Recreación Morfología final del botadero Pampa Chanchería (IV)



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Estabilidad del cierre técnico

Todo proyecto de recuperación de un área degradada debe garantizar la integridad de las medidas adoptadas para el horizonte temporal para el que se hayan proyectado. En este sentido, la estabilidad del cierre del botadero es uno de los puntos críticos a tratar, puesto que un deslizamiento de la capa de clausura o de la masa de residuos derivaría en problemas de contaminación del medio.

El conjunto formado por el terreno y botadero será una estructura estable e íntegra a lo largo del tiempo, que garantizará la estabilidad de la masa de residuos.

Respecto a la estabilidad se efectuarán al menos las siguientes comprobaciones:

- Estabilidad del conjunto botadero-terreno.
- Estabilidad interna de la masa de residuos.
- Estabilidad local de la capa de sellado por deslizamiento del contacto de los distintos elementos del sellado.

Para estas comprobaciones se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se evaluará la resistencia al corte de los residuos considerando su origen. De ser preciso se efectuarán ensayos a gran escala.

- La resistencia al deslizamiento entre geosintéticos y geosintéticos-suelo empleada en el cálculo se comprobará de modo obligatorio, con un número suficiente de ensayos, con los geosintéticos específicos que se vayan a utilizar en la obra. Del mismo modo se efectuará la comprobación de la capacidad drenante de un geocompuesto de drenaje, en función de su nivel de carga en dirección perpendicular al plano de drenaje.

- Los parámetros resistentes del resto de materiales empleados en el cálculo estarán igualmente justificados a partir de los reconocimientos y ensayos pertinentes. Dado que el comportamiento tenso-deformacional es muy diferente para los distintos materiales (residuos, geosintéticos, terreno) se justificarán los parámetros resistentes a emplear en función de los niveles de deformación estimados, por lo que se podrán emplear distintos parámetros dependiendo del cálculo efectuado.

Los coeficientes de seguridad para la estabilidad de los botaderos serán los mismos que los empleados en casos de rellenos sanitarios. A falta de una normativa específica en materia de estabilidad de rellenos sanitarios, los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en función de las consecuencias de una potencial inestabilidad y en situación estática, serán los propuestos en la normativa vigente española y europea[3,4].

Tabla 4. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario

	Tipo de Vertedero		
Riesgo	Inerte	No Peligroso	Peligroso
Bajo	1.3	1.4	1.5
Medio	1.4	1.5	1.6
Alto	1.5	1.6	1.8

Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Las situaciones de bajo riesgo son aquellas en las que una potencial inestabilidad provocaría exclusivamente daños materiales sin consecuencias significativas ambientales ni para la seguridad de las personas. Por riesgo medio se entiende la situación de un vertedero la inestabilidad provocaría daños significativos para el medio ambiente pero no para la seguridad de las personas. Las situaciones de alto

[3] Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
[4] EU Landfill Directive 1999/31/EC

riesgo son aquellas en las que se pueden provocar daños a personas o impactos ambientales severos o irreversibles.

El botadero "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, se engloba dentro del grupo de bajo riesgo este grupo, por lo que el coeficiente de seguridad a tomar en consideración será de 1,4.

La localización del botadero "Pampa Chanchería" Pampa de Ñoco, en un valle de pendiente suaves, y la propia disposición de los residuos sobre el terreno, hace que los problemas de estabilidad del conjunto de la masa de residuos sean despreciables. El estudio de estabilidad se realiza sobre la sección crítica del botadero, es decir, aquel perfil que presenta los mayores riegos en cuanto a estabilidad, ya sea por factores de localización, pendientes, características del subsuelo etc. El coeficiente de estabilidad alcanzado en dicha sección se emplea para la caracterización del conjunto de todo el botadero, por lo tanto, el resto de taludes presentarán un coeficiente igual o mayor al reportado.

La estabilidad del cierre técnico está directamente condicionada por las propiedades mecánicas del conjunto de materiales, ya sea residuo, los suelos sobre los que se sustenta el botadero, o los materiales utilizados en la capa de sellado (arcillas, gravas o arenas, suelo vegetal o geosintéticos).

En función del tipo de material, las propiedades mecánicas de los materiales se han obtenido de los ensayos y estudios insitu y de laboratorio (propiedades de los suelos), bibliografía científica de referencia (propiedades de los residuos) o bibliografía de los fabricantes (geosintéticos).

4. Construcciones complementarias

4.1. Vía de acceso

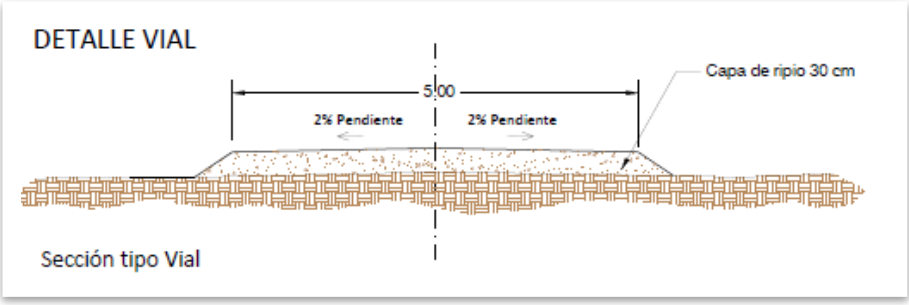
El proyecto de recuperación del área degradada por residuos sólidos en el botadero "Pampa Chanchería" no requiere de la construcción de vías externas para el acceso a la zona ni del mejoramiento de las vías externas existentes. Las vías de acceso construidos para dar acceso al nuevo relleno darán servicio igualmente al botadero por encontrarse ambos en terrenos colindantes.

Sin embargo, es necesario acondicionar el acceso al botadero desde el vial del relleno sanitario, para lo cual se emplearán tierras compactadas para cubrir una longitud aproximada de 3,718 metros. Debido a la sus reducidas dimensiones no es necesaria la construcción de cunetas ni incluir medidas de refuerzo.

La adecuación del acceso requiere los siguientes movimientos de tierras.

- Terraplenado y regularización del terreno: 5,577.7 m^3

Figura 11. Detalle de vial



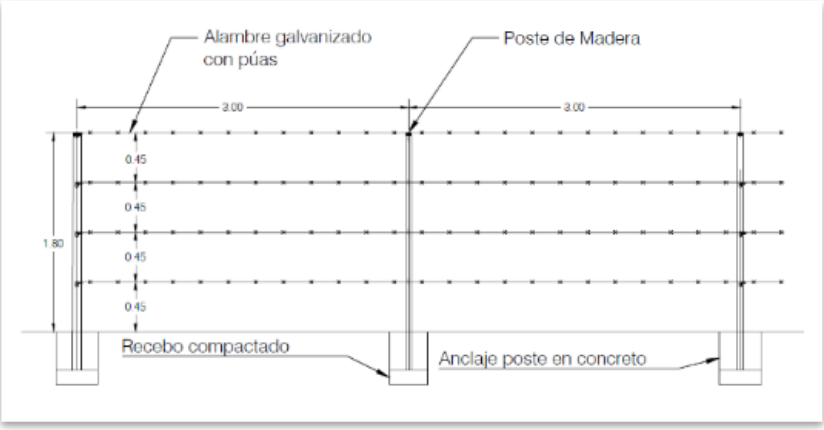
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

4.2. Cerco perimetral y puerta de acceso

El recinto se cerrará por un cerco de altura mínima de 1,8 metros, similar a la que se instalará en el futuro relleno. El cerco perimetral aislará la superficie restaurada del resto de infraestructuras adyacentes, limitando el acceso de cualquier persona no autorizada, al igual que impedirá el acceso de animales y vehículos que puedan dañar las infraestructuras construidas. En la entrada/salida al botadero hacia el camino de acceso actual se instalará una puerta de 4 metros, de dos hojas abatibles en su totalidad. La cual ha de permitir el paso de camiones, maquinaria y vehículos necesarios para las labores de recuperación, e igualmente que pueda impedir el paso a personas ajenas no autorizadas al emplazamiento, así como los intentos de arrojo de los residuos.

Los materiales empleados para la construcción del cerco perimétrico propuesto son los propios utilizados para este tipo de instalaciones en la zona, por lo que se garantiza su durabilidad y resistencia frente a factores externos durante la vida útil de la instalación.

Figura 12. Cerco perimétrico



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

La longitud total del cerco será de 6,835 metros. Se incluye además la instalación de cuatro puertas de acceso.

4.3. Control de las fuentes contaminantes

4.3.1. Manejo de lixiviados

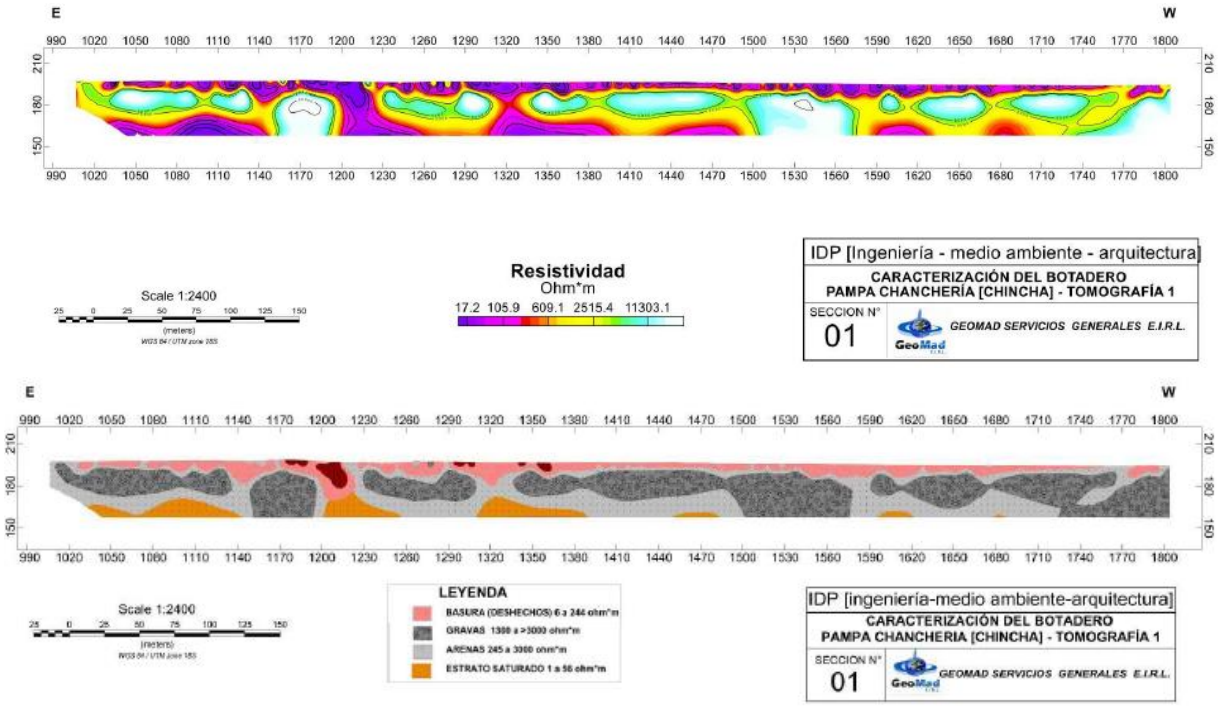
El lixiviado (líquido que percola o infiltra a través de la masa de residuos) se origina a partir los procesos de descomposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario y el agua de lluvia que se infiltra. Es importante que en el diseño de las acciones correctoras se implementen las medidas necesarias que garanticen un manejo eficiente de dicha fuente contaminante.

El control de los lixiviados tiene implicaciones puramente ambientales y puede realizarse principalmente de dos formas, controlando el volumen o disminuyendo la infiltración. Uno de los objetivos principales de la construcción de la capa de sellado es minimizar infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo, principal causante de la generación de lixiviados.

La falta de información acerca de los patrones que gobiernan el flujo de los lixiviados en el botadero unido al desconocimiento a cerca de los materiales presentes, hace difícil estimar la carga se verán sometidos los sistemas de captación y extracción de lixiviados.

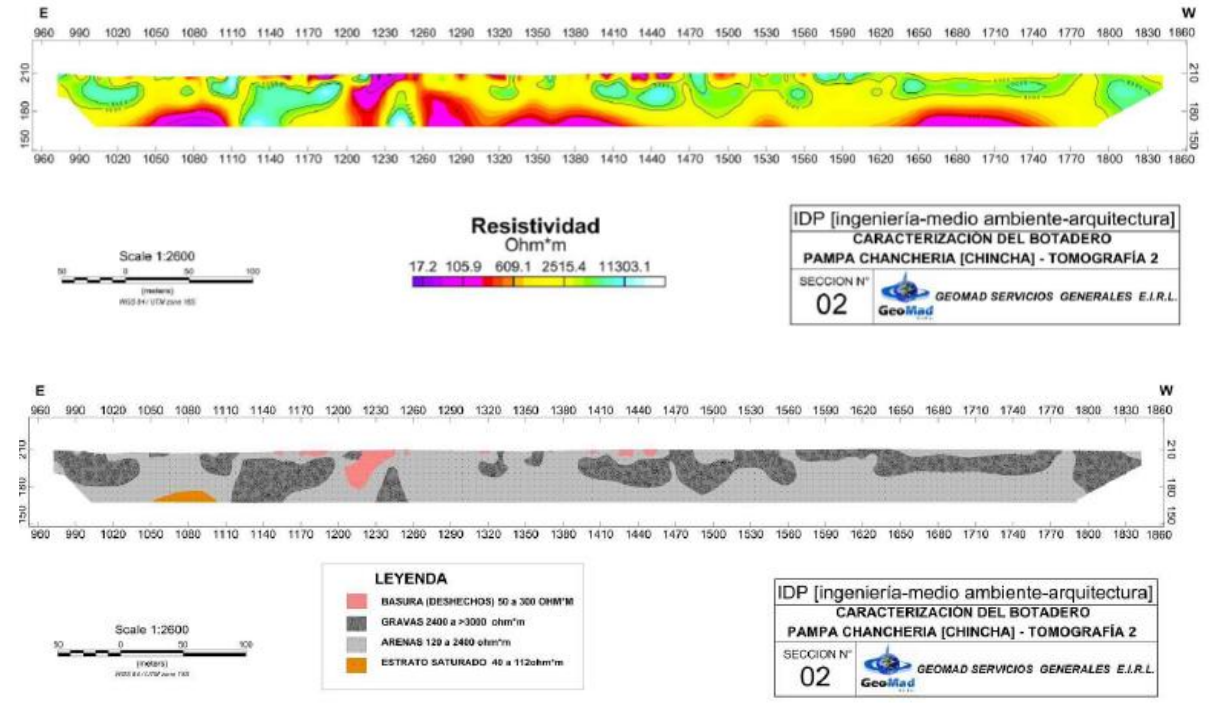
Para detectar posibles bolsas de lixiviados y biogás en el interior del botadero, se ha realizado un estudio geofísico del botadero. Tal y como se observa en los resultados de las tomografías 2D, no se aprecia movimiento de lixiviado que pudiesen migrar hacia la napa freática que discurre bajo el botadero.

Figura 13. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero “Pampa Chanchería” Sector Pampa de Ñoco



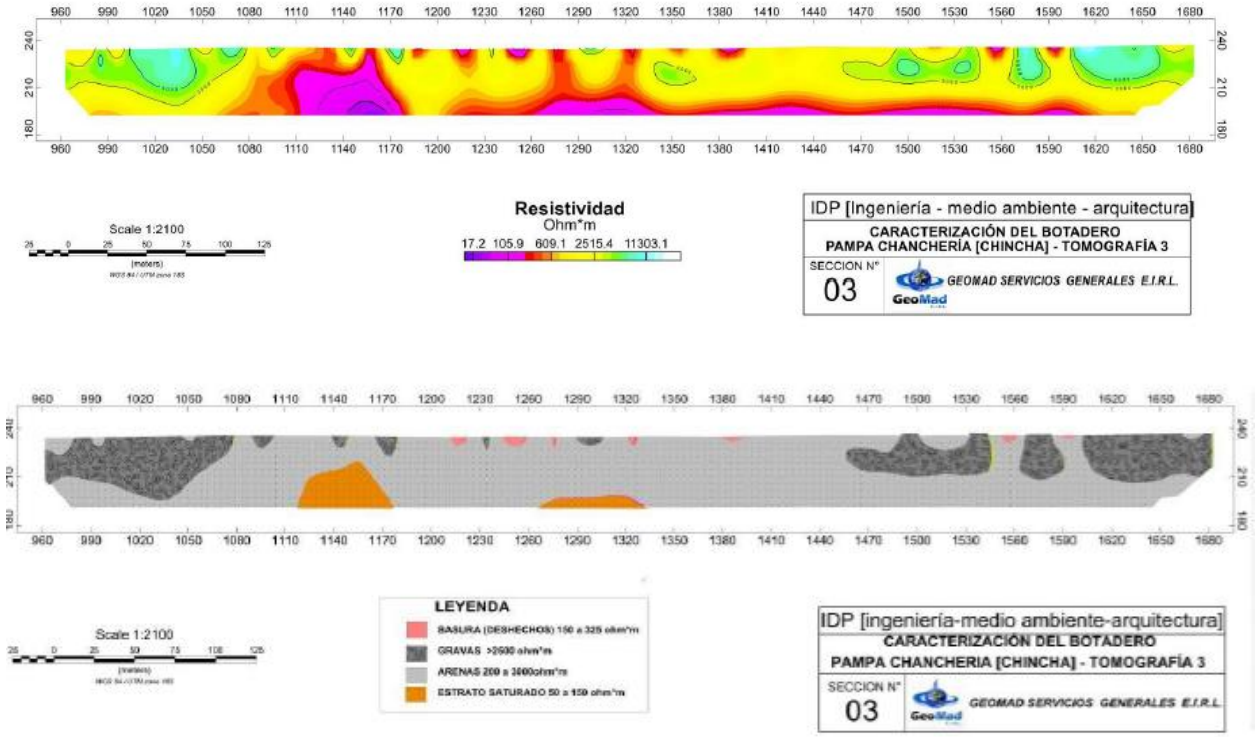
Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero de Chincha. 2015

Figura 14. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Pampa Chanchería



Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero de Chincha. 2015

Figura 15. Tomografía 2D. Sección 3 Botadero Pampa Chanchería



Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero de Chincha. 2015.

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, una vez construida la capa de sellado no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría.

4.3.2. Manejo del biogás

El biogás generado por la descomposición de los residuos podría derivar en incendios y contaminación ambiental, por lo que generalmente es necesario diseñar un sistema de recolección del biogás con la finalidad de manejar y controlar adecuadamente el movimiento del biogás que se genera en cualquier sitio de disposición final, cuando éste ha llegado a su etapa final o bien, cuando el ambiente está siendo afectado por dicho gas. Sin embargo, cabe la posibilidad de plantear una estrategia de clausura que no contemple la construcción de un sistema de manejo de biogás siempre y cuando se den una serie de circunstancias como las descritas a continuación:

1) Botaderos donde la capa de clausura no sea de baja permeabilidad (> 10-9 m/s), evitando la posible acumulación de biogás bajo dicha capa.

2) Botaderos operados en condiciones donde se haya favorecido la degradación aerobia de los residuos (generación de CO_2 en sustitución de metano CH_4).

3) Botaderos donde la columna de residuo tenga una altura media no superior a los 5 metros,

4) Botadero en los que la operación no contemple la cubrición periódica de los residuos.

La condiciones descritas anteriormente darían lugar a que la generación de biogás fuese despreciable en términos de generación de Biogas/superficie del botadero (m3 de biogás/m2 de botadero <0.001 m3/m2) y por tanto no fuese necesario construir un sistema de evacuación y gestión de gases. Además, de acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 1993), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4. Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años.

La alternativa propuesta de clausura plantea el uso de una capa de sellado de una permeabilidad mayor a la de las capas de sellado convencionales, la cual permitiría la no acumulación de biogás en la masa de residuo. Ello unido a la propia configuración del botadero "Pampa Chanchería", donde el residuo se ha depositado directamente sobre el terreno y la columna de residuos no supera de media los 5 metros, permite no emplear ningún sistema de gestión del biogás.

Asimismo a continuación se describe las actividades consideradas en la Eficiente Gestión Municipal en la Disposición Final y Apropiadas Prácticas de la Población.

4.4. Estrategia de post- clausura

Se da a través de la implementación de planes:

4.4.1. Plan de Mantenimiento

El Mantenimiento es un programa continuo que tiene como objeto atender los problemas que se pudiesen presentar en la superficie del botadero cerrado, provocados por la acción de las lluvias y del viento principalmente. Estos problemas suelen ser depresiones, grietas o erosiones y deben ser reparados lo antes posibles para evitar que deriven en problemas ambientales de mayor envergadura.

Los responsables de llevar a la práctica dicho plan es el personal técnico capacito, y que deberá estar integrado en la Unidad Gestión de Residuos creada por la Unidad Ejecutora 003 Gestiona de la Calidad Ambiental, para la operación y mantenimiento del relleno. Asimismo, los trabajos deberán estar integrados en las actividades de operación y mantenimiento del relleno sanitario.

Se tomara en cuenta los siguientes aspectos propios de un área degradada recuperada.

1) Depresiones.

La masa de residuos sobre la cual se ha construido la capa de sellado puede presentar variaciones de volumen a lo largo del tiempo debido a los asientos diferenciales derivados de la compactación y la degradación de los residuo en su interior. Estos asientos no se producen de forma uniforme sobre la

superficie del botadero, lo cual genera depresiones. Estas depresiones son uno de los problemas más comunes en este tipo de obras, y debe resolverse con el objetivo de evitar la acumulación de agua de lluvia.

Para llevar a cabo las reparaciones, se escarifica el terreno con medios manuales o mecánicos hasta una profundidad de 10 cm, y a continuación se coloca material de cubierta en capas de 40 cm como máximo, las cuales se compactan hasta alcanzar la superficie original.

2) Grietas.

Las grietas son problemas originados por efecto de los cambios de temperatura unido a una mala calidad del material de cobertura. Para atender estos problemas, el operario descubrirá a cada lado de la grieta unos 20 cm, a una profundidad igual a la de la grieta. Una vez humedecida la zona, se hará lo mismo con el material de relleno, se cubrirá y compactará la zona descubierta hasta alcanzar la superficie original.

3) Erosiones.

La erosión es un problema también originado por la acción tanto de la lluvia como del viento. Provoca que los taludes y terraplenes pierdan parte de su material de cobertura, reduciendo su eficiencia en cuanto al aislamiento de los residuos.

Para atender dicho problema, se escarificará la zona erosionada siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de las depresiones, y se reparará la zona con material de cubierta (en condiciones óptimas de humedad) hasta alcanzar el nivel original.

4) Instalaciones complementarias

Entre las actividades de mantenimiento también se incluye el mantenimiento de aquellas instalaciones construidas y asociadas al botadero, tales como viales interiores y de acceso, cerco perimetral, entre otros.

Los posibles problemas a resolver son el rellenado de baches, reparación de cerco perimetral etc.

- La reparación del cercado que limita con predios privados se realizará de tal forma que se ajuste a las especificaciones técnicas de diseño. Ello significa cambiar los postes de madera que se vean deteriorados y reponer el alambre de púas en caso de ser necesario.

- Las vías internas de acceso son las arterias vitales para lograr un eficiente acceso a las zonas que necesiten mantenimiento, por lo que siempre se mantendrán en buenas condiciones de tránsito. Para lograr una buena vialidad se realizará un mantenimiento constante empleando las siguientes acciones: (1) Se rellenarán los baches, huecos o hundimientos que presenten las vías, para lo cual se empleará material de recebo y se aplicará la compactación apropiada, dejando las superficies lisas y con la pendiente transversal prevista en los planos de diseño.

5) Gestión de lixiviados.

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, una vez construida la capa de sellado no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. En la visita al botadero tampoco se evidenció la presencia del mismo, así como tampoco en la tomografía del subsuelo. Es por ello por lo que no está contemplado su gestión.

6) Gestión del biogás

Dada la baja generación de biogás prevista en el botadero de Chincha y su gran nivel de dispersión debido a su extensión, hacen innecesario la instalación de pozos de venteo.

2. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

2.1. Características del medio físico

En este apartado se presentan las características climáticas del área de estudio ya que influyen en las tasas de generación de gases y lixiviados y por lo tanto constituye uno de los parámetros más importantes a la hora de proponer las medidas para la recuperación del área degradada.

Para la evaluación del clima en el área de estudio se empleó datos de la estación meteorológica más cercana denominada Bernales, operada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y que se sitúa a una altitud (250 msnm).

Tabla 5. Estación meteorológica de Bernales

Altitud sobre el nivel del mar:	250 m.s.n.m
Precipitación media anual:	3.3 mm/año
Temperatura promedio:	18.8º c
Humedad relativa promedio:	79.80 %
Evaporación mensual:	953.9 mm/año
Horas de sol promedio mensual:	2,171.4 horas de sol/año

Precipitación: Periodo 1964 – 2000

Los datos climatológicos han sido consultados en base a información del SENAMHI, respecto de la "Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Pisco. Estudio Hidrológico. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA. Intendencia de Recursos Hídricos. Administración Técnica del Distrito de Riego Chincha-Pisco".

2.1.1. Precipitación

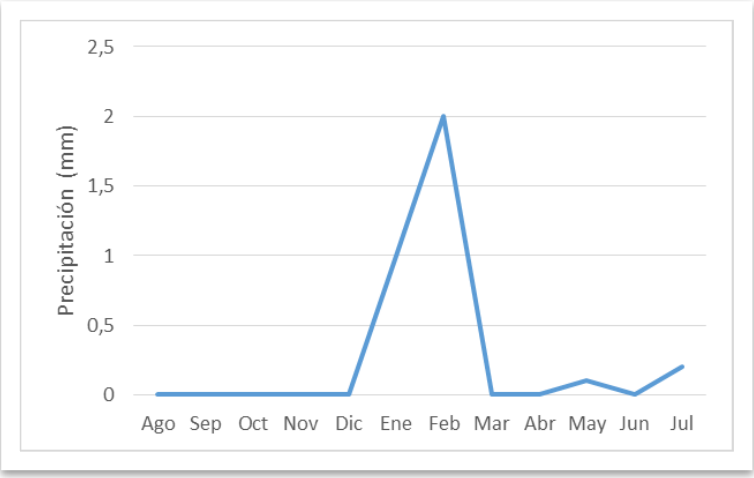
En la siguiente tabla se presenta la precipitación pluvial promedio mensual del área de estudio, en la cual se observan valores medios entre 0.0 a 2.0 mm/mes, siendo el valor medio anual acumulado de 3.3 mm/año. Al estar emplazado el proyecto en un área costera, dichas precipitaciones son nulas o escasas.

Tabla 6. Precipitación total mensual (mm)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	1.0	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3

Periodo: 1994 – 2013. Fuente: Estación Bernales. SENAMHI

Figura 16. Precipitación media mensual



Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.2. Temperatura

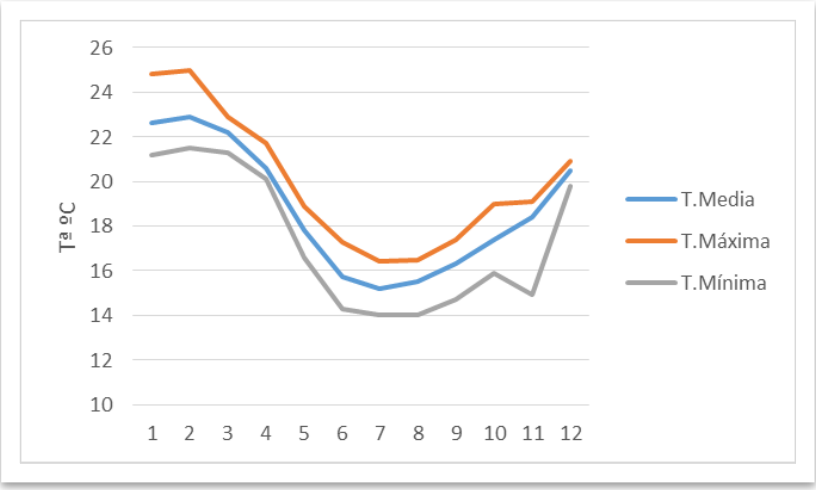
La estación Bernales registró una temperatura media anual de 18.8ºC. La temperatura mínima media anual registrada fue de 17.4 ºC y la temperatura máxima media anual alcanzada fue de 20 ºC. La temperatura media mensual varió entre 22.9ºC y 15.2 ºC.

Tabla 7. Temperatura media mensual, ºC

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	22.6	22.9	22.2	20.6	17.8	15.7	15.2	15.5	16.3	17.4	18.4	20.5	18.8

Fuente: Estación Bernales. SENAMHI Fuente: Estación Bernales. SENAMHI

Figura 17. Temperatura media mensual



(Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.3. Horas de Sol

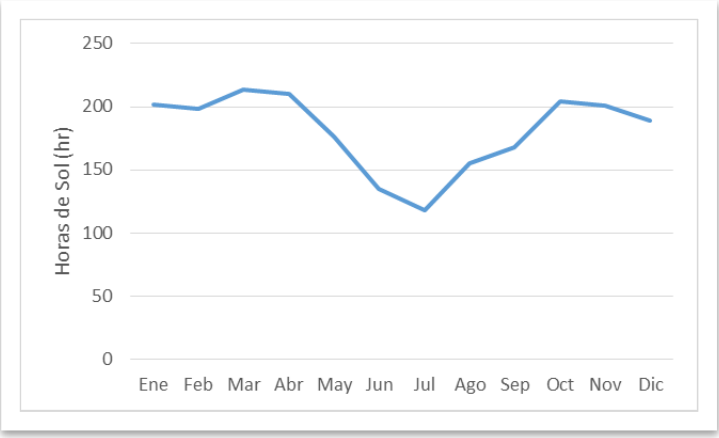
Las horas de sol promedio mensuales varían entre las 117.8 y 213.9 horas, presentando un valor anual de 2,171.4 h/año.

Tabla 8. Media mensual de horas de sol

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	201.5	198.8	213.9	210	176.7	135	117.8	155	168	204.6	201	189.1	2171.4

Periodo: Estación Bernales. SENAMHI

Figura 18. Promedio Mensual Horas de Sol (hr)



Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.4. Evaporación

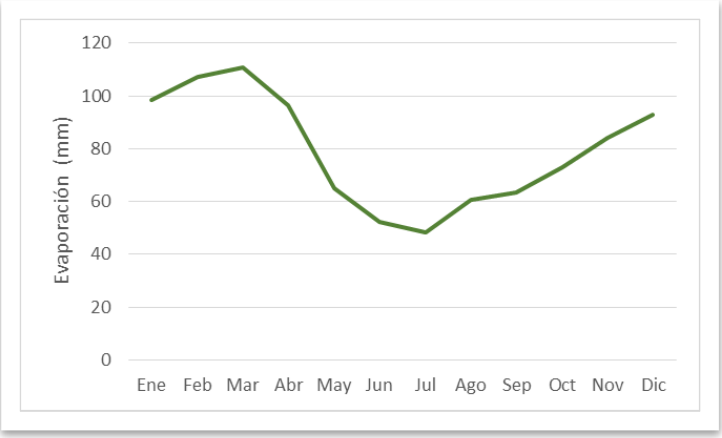
La estación meteorológica Bernales, registró una evaporación total media anual de 953.9 mm/año. La evaporación total mínima media anual registrada fue de 48.4 mm (Julio) y la máxima media anual alcanzó un valor de 111 mm (Marzo).

Tabla 9. Evaporación total mensual (mm)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	98.6	107.4	111	96.6	65.1	52.2	48.4	60.8	63.6	73.2	84	93	953.9

Periodo: Estación Bernales. SENAMHI.

Figura 19. Evaporación media del Área de estudio (mm)



Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.5. Evapotranspiración

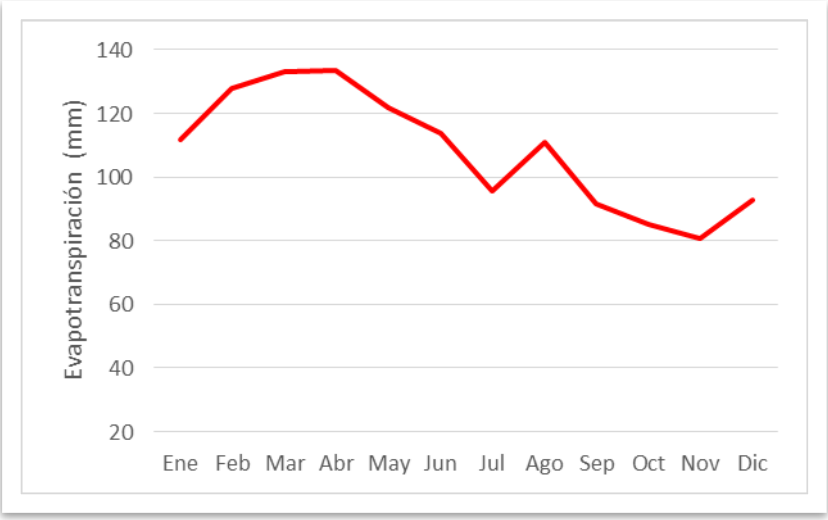
Como se observa en la siguiente, la evapotranspiración potencial (ETP), presenta un valor de 1298.464 mm/año.

Tabla 10. Evapotranspiración media del Área de Estudio (mm).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	111.6	127.85	133.27	133.56	121.77	113.85	95.7	110.82	91.65	85.03	80.55	92.81	1298.464

Periodo: Estación Bernales. SENAMHI.

Figura 20. Evapotranspiración media del Área de estudio



Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.6. Humedad relativa

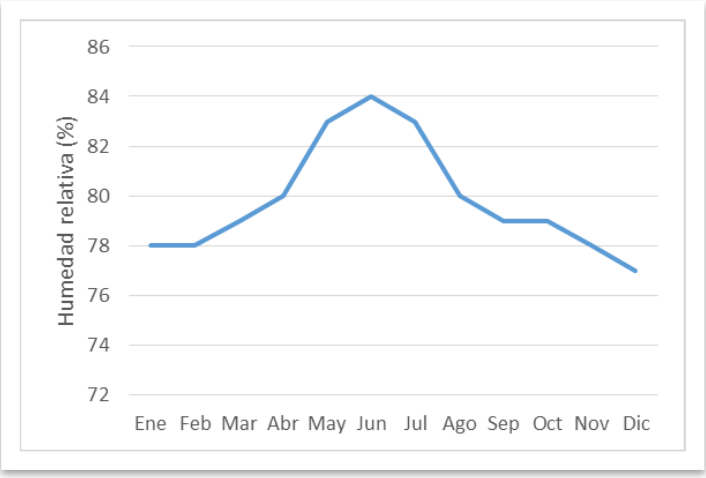
En la tabla a continuación se presentan los datos de humedad relativa, con un valor medio anual del 79.80%.

Tabla 11. Humedad Relativa del Área de Estudio (%)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	78	78	79	80	83	84	83	80	79	79	78	77	79.80

Periodo: 2007 – 2008, Fuente: Estación Alcantarilla. SENAMHI.

Figura 21. Humedad Relativa (%) del Área de estudio



Fuente: Estación Bernales. SENAMHI.

2.1.7. Hidrografía

Considerando las características hidrográficas de la región en la se encuentra el botadero, podemos mencionar lo siguiente: El botadero se sitúa dentro de la cuenca hidrográfica del Pacífico, dentro de la subcuenca San Juan. Esta subcuenca hidrográfica se encuentra recorrida por el río Chincha, y se encuentra limitada por el sur con la cuenca Pisco y por el norte con la cuenca Topara y Cañete.

La distancia aproximada a cuerpos de agua es aproximadamente de unos 3,5 km (la acequia el Ñoco), y a tomas de agua es superior a 3 km. Por lo tanto no existen afecciones posibles a escorrentías superficiales existentes.

2.1.8. Geología

La columna estratigráfica del suelo de estudio está constituido por una cobertura de gran espesor de arena fina eólica depositada desde el Eoceno hasta nuestros días, con intercalaciones de estratos de arena más gruesa con presencia incluso de gravilla de líticos sub angulosos y sub redondeados de tamaño heterogéneo en capas más delgadas.

En la zona de estudio de ubicación del botadero, se tiene afloramientos de cautro unidades geológicas de las cuales podemos mencionar lo siguiente:

Unidad linga (K-mgr): son monzodioritas y granodioritas en menor proporción, existen otros cuerpos de monzogranitos en los cerros de quilamanà al sur de Coayllo y en la quebrada rocoto.

Formación Cañete: constituido por conglomerados semiconsolidados con clastos redondeados y subredondeados de litología variada en matriz areno limosa y algunos sedimentos areno – limosos. En la zonificación superior existen horizontes de limoarcillosa alternadas con arena fina a gruesa en capas continuas y lenticulares.

Depósitos eólicos: Estos depósitos se presenta en las pampas costaneros y laderas de los cerros situados en la parte baja de las pampas y cerros bajos próximos a la costa los depósitos eólicos forman en algunos casos cubierta de grosor variable y en otros casos constituyen medianos del tipo barjanes. En algunas zonas se reconoció depósitos eólicos estabilizados por acción de la humedad y la vegetación.

Depositos Aluviales; Estos depósitos ampliamente distribuidos en las pampa costaneras de la región estudiada, generalmente conforman un manto continuo por estar los conos aluviales anastomosados, algunas veces cubierto por depósitos eólicos. El material aluvial consiste de gravas, arenas y material limoarcilloso con gravas y cantos con formas subredondeadas a redondeadas y composición variada.

Podemos confirmar que el emplazamiento del botadero estará ubicado en depósitos aluviales conformados de arenas limosas con gravas y gravas arenosas mal graduadas con una delgada capa de 40 cm en la parte superior de material eólico de compacidad regular a baja.

2.1.9. Geomorfología

Atendiendo a las características geomorfológicas de la zona de estudio de emplazamiento del botadero, podemos destacar a nivel de morfología local la presencia de propiedades propias de una planicie desértica, con la existencia de una superficie sub horizontal con ligeras ondulaciones a consecuencia de los fenómenos eólicos.

Estos depósitos originados se denominan barjanes o dunas de arena orientadas en función de la dirección predominante del viento, originando la conformación de material arenoso fino y conglomerados aluviales, mantenido unas características morfológicas correspondientes a una morfología regional de plataforma continental.

2.1.10. Hidrogeología

En cuanto a las propiedades hidrogeológicas de la zona de estudio e intervención del proyecto, podemos reseñar que el nivel freático de dicha zona, se sitúa a una profundidad variable entre 15 y 40 metros, corroborado por estudios geofísicos.

2.1.11. Sismicidad

Para los aspectos referentes a la sismicidad, podemos destacar que la zona de estudio del proyecto del botadero no presenta planos de falla, y los taludes no tienen influencia dentro del área considerada por presentar la geoforma posición sub-horizontal.

Respecto de la información del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas del Perú, cataloga la región de estudio como de Intensidad y mediana sismicidad y que el rango de profundidad es de 0 a 60 km como máximo (sismos superficiales) que se originan por la fricción de placas (subducción) habiéndose registrado eventuales movimientos sísmicos. Todos estos datos al ser correlacionados al material de base, tipo de suelo, y conociendo el espesor de las formaciones sedimentarias y su comportamiento a ondas reflectantes, permiten el alto riesgo sísmico.

En cuanto a la geodinámica externa, podemos reseñar que las características de la región compuesta por planicies extensas, sub horizontales, con pendientes de bajo ángulo, escasa vegetación, suelos arenosos y zonas de gran aridez, tienen bajas posibilidades de ocurrencia de escenarios de remoción en masa donde la gravedad es descartada como un factor importante, asociado a la falta de cursos hídricos importantes que puedan movilizar grandes depósitos de material.

Los parámetros a utilizar en el diseño de los muros y taludes el método pseudo-estático, se recomienda un valor de 0.38 g.

2.1.12. Geotecnia

Para determinar la características geotécnicas y mecánicas de los suelos donde se sitúa el proyecto y de su entorno que le rodea, se han ejecutado 3 calicatas alcanzando profundidades de 3.5 y 4 m, siendo las de mayor profundidad en este caso las calicatas (C-CH-01 y C-CH-02). En la tabla siguiente se indica la ubicación de dichas calicatas.

Tabla 12. Ubicación de Calicatas

Coordenadas UTM WGS 84		
Calicatas	Este	Norte
C-CH-01	380534	8521649
C-CH-02	380577	8522515
C-CH-03	380851	8522908

En la zona de estudio los depósitos predominantes son los materiales como arenas limosas, arenas mal graduadas y arenas arcillosas.

Los resultados de los estudios realizados respecto a los ensayos estándar de laboratorio concernientes a la clasificación y contenido de humedad según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se muestran en la tabla siguiente que exponemos a continuación.

Tabla 13. Estudio de Suelos

Calicata	N.F	Profund.(m)	Granulometría (%)			Límites (%)			Humedad (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	I.P.		
C-CH-01	NP	4	28.14	65.03	6.03	-	-	-	4.84	SP-SM
C-CH-02	NP	4	5.84	70.29	23.87	15.87	-	15.87	9.02	SM
C-CH-03	NP	3.5	50	40	10	-	-	-	-	GP

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos en el Botadero de Chincha 2015. GeoMad. IDP.

A partir de los ensayos de laboratorio, también hemos determinado las propiedades mecánicas de los suelos. Los resultados de los ensayos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14. Resumen de ensayos de corte directo

Calicata	Muestra	Profund.(m)	Clasificación SUCS	Corte Directo	
				C(Kg/cm2)	Ø(º)
C-CH-01	M-01	4	SP-SM	0.08	32.0

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos en el Botadero de Chincha 2015. GeoMad. IDP.

El grado de permeabilidad de un suelo se mide por su coeficiente de permeabilidad, el cual se basa en la ley propuesta por Darcy en el Siglo XIX. De acuerdo a los ensayos realizados, el área presenta una buena capacidad de infiltración (k = 6.23 e-3 cm/seg).

Tabla 15. Rangos de Permeabilidad Relativos por Tipo de Suelo

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/seg)	Suelo típico
Muy permeable	> 1 * 10-1	Grava gruesa
Moderadamente permeable	1 * 10-1 a 1 * 10-3	Arena, arena fina
Poco permeable	1 * 10-3 a 1 * 10-5	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	1 * 10-5 a 1 * 10-7	Limo y arenisca fina
Impermeable	< 1 * 10-7	Arcilla

Fuente: Terzaghi K. y Peck R.; 1980

2.1.13. Riesgos Naturales y cambio climático

2.1.13.1. Riesgos naturales

A continuación presentamos la tabla de Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto.

Tabla 16. Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el Proyecto?				2. ¿Existen estudios que pronostiquen la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
	SI	NO	Comentarios		SI	NO	Comentarios
Inundaciones		x		Inundaciones		x	
Lluvias Intensas		x		Lluvias Intensas		x	
Heladas		x		Heladas		x	
Friaje / Nevada		x		Friaje / nevada		x	
Sismos	x		Existen antecedentes de relevancia pues está situado en el famoso cinturón del fuego.	Sismos	x		Existe un Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres elaborado el año 2012 por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), donde indica la frecuencia de ocurrencia de este peligro para la zona.
Sequias		x		Sequias		x	
Huaycos		x		Huaycos		x	
Derrumbes / Deslizamientos		x		Derrumbes / deslizamientos		x	
Tsunamis		x		Tsunamis		x	
Incendios Urbanos		x		Incendios Urbanos		x	
Derrames Tóxicos		x		Derrames Tóxicos		x	
Vientos Fuertes		x		Vientos Fuertes		x	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de alguno de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto					x		Dado que es un área que se ubica en la zona llamada cinturón de fuego del Pacífico y de acuerdo a los antecedentes y data existente para la zona
4. La Información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona ¿es suficiente para tomar decisiones y evaluación de proyectos?					x		La información de ocurrencia del peligro en la zona se ha elaborado por institutos especializados en el tema

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Frecuencia: Se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.

Severidad: se define como el grado de impacto de un peligro específico (intensidad, área de impacto).

Tabla 17. Caracterización específica de los peligros

Peligros	S	N	Frecuencia (a)				Severidad (b)				Resultado
			B	M	A	SI	B	M	A	SI	(C) = (a)*(b)
Inundación		x									
¿Existen zonas con problemas de inundación?		x									
¿Existe sedimentación en el río o quebrada?		x									

¿Cambia el flujo del río o acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		x									
Lluvias intensas		x									
Derrumbes/Deslizamientos		x									
¿Existen procesos de erosión?		x									
¿Existe mal drenaje de suelos?		x									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas Geológicas en las laderas?		x									
¿Existen antecedentes de deslizamientos?		x									
¿Existen antecedentes de derrumbes?		x									
Heladas		x									
Friajes/Nevadas		x									
Sismos	x			2				2			4
Sequias		x									
Huaycos		x									
¿Existen antecedentes de huaycos?		x									
Incendios Urbanos		x									
Derrames tóxicos		x									
Otros		x									

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

B: Baja M: Mediana A: Alta S.I: Sin información

Tabla 18. Caracterización específica de los peligros

Peligros	S	N	Frecuencia (a)				Severidad (b)				Resultado
			B	M	A	SI	B	M	A	SI	(C) = (a)*(b)
Inundación		x									0
Lluvias intensas		x									0
Derrumbes/Deslizamientos		x									0
Heladas		x									0
Friajes/Nevadas		x									0
Sismos	x			2				2			4
Sequias		x									0
Huaycos		x									0

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Resultado = 1 Peligro Bajo, Resultado = 2 Peligro Medio, Resultado >= 3 Peligro Alto

Tabla 19. Resumen de peligros

		Severidad		
		Bajo	Medio	Alto
Frecuencia		1	2	3
Bajo	1	1	2	3

Medio	2	2	4	6
Alto	3	3	6	9

Dónde:

Bajo: 1 y 2	Medio: 3 y 4	Alto: 6 y 9

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Resultado = 1 Peligro Bajo, Resultado = 2 Peligro Medio, Resultado >= 3 Peligro Alto

Como conclusión podemos indicar: De acuerdo a los peligros naturales identificados y la información evaluada, la zona en donde se desarrollara el proyecto presenta una vulnerabilidad media en caso de producirse un acontecimiento sísmico. Vale precisar que la zona en donde se ubicará el proyecto al localizarse en una zona de clima desierto cálido - seco, se reduce la posibilidad de precipitaciones intensas, que generen inundaciones, derrumbes y aluviones con arrastre de lodo, que generen algún impacto en la zona del proyecto.

Dado que no se han identificado peligros naturales asociados a las diversas variables climáticas, los efectos del cambio climático son mínimos en el área de estudio, lo anterior se concluye a partir de la información recolectada, donde se puede verificar que los peligros y desastres naturales se reducen a los peligros asociados a la actividad sísmica.

Para reducir el riesgo sísmico se ha elaborado el estudio de estabilidad de la capa de sellado, donde se concluye que el diseño de la capa de clausura propuesto, bajo los condicionantes de propiedades del suelo y residuos especificados, cumple con las condiciones de seguridad exigible para el tipo de obra del presente proyecto (FS > 1.4), y garantiza dicha estabilidad ante cualquier ocurrencia de sismo. (ver anexo adjunto N° 3. Memoria de cálculo).

2.1.13.2. Gestión del riesgo en un contexto del cambio climático

Para el diseño de las obras de clausura se ha tenido en consideración la posible evolución del clima en años venideros, de tal manera que las infraestructuras proyectadas puedan hacer frente a eventos extremos asociados al cambio climático. Para ello se ha tenido en cuenta estudios como estabilidad de taludes, en caso de sismos, pendiente para evacuación de lluvias.

2.2. Características del Medio biológico

En cuanto a las características del medio biológico presente en el área de estudio del proyecto del botadero, determinamos y definimos la fauna, flora y paisaje más representativo de dicha región, así como las Áreas Naturales Protegidas existentes y las zonas Arqueológicas presentes en dicha zona.

Respecto a la fauna que nos podemos encontrar en la zona del proyecto, tenemos la existencia de las siguientes especies predominantes, como las aves marinas tales como: alcatraces, gaviotas, piqueros, guanay y pelícanos, además de golondrinas. También se encuentran en el área de estudio, lagartijas y perros propios de la zona.

Actualmente se está produciendo un aumento importante del ganado ovino, porcino, caprino y vacuno, así como en la crianza de aves de corral, como las gallinas, pavos, pollos y patos.

La flora y la vegetación de la zona es variada, donde las especies más influyentes y predominantes son: la Tessaria integrifolia (Asteraceae) y Gynerium sagitatum (Poaceae), además de la presencia de algunas gramíneas, como la grama, el carrizo (Arundo donax), la caña brava (Gynerium sagitatum) y la acacia.

Por otro lado, no existen ningún área catalogada como ANP (áreas naturales protegidas), en el ámbito de repercusión directa o indirecta de la obra del botadero.

Tampoco existe presencia alguna de ninguna zona arqueológica próxima al área objeto de estudio del proyecto, ya que la distancia entre el proyecto y dichas zonas son bastante considerables (superiores a 2 km), no causando influencia alguna en ellos.

3. ENTORNO SOCIO-CULTURAL

3.1. Área de Influencia

El área de influencia para el proyecto de recuperación de áreas degradas por residuos sólidos está compuesta por todos los impactos directos e indirectos que pudiese ocasionar el proyecto en la población durante la etapa de inversión (Clausura) y post inversión (operación y mantenimiento).

Para delimitar el área de influencia, se debe tomar en consideración a las viviendas o actividades económicas colindantes con la vía de acceso y el propio botadero, áreas que pueden configurarse como población directamente afectada y luego beneficiada, en el entendido que son los que han referenciado experimentar los efectos propios de colindar con un botadero.

En este caso el área de influencia social está representada por criaderos de porcinos (chancherías) y de las UPIS Ciudad Satélite, además de actividades extractivas como canteras de material de agregado para construcción.

Se recomienda que como parte del Programa de Inversión Pública, del cual forma parte el presente PIP, el área de influencia debe ser redimensionada en la fase de inversión, al momento de elaborar el expediente técnico, debido a que los actores involucrados y el área de influencia pueden variar en el tiempo, en función de la percepción y de los intereses de la misma población.

Figura 22. Ubicación de Área de Influencia

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

3.2. Demografía

De acuerdo al Censo Nacional de XI Población y VI Vivienda, la población de la provincia de Chincha en el año 2007 era de 197384 habitantes. Sin embargo la población de los distritos comprometidos en el presente proyecto suman un total de 165 517 habitantes.

Tabla 20. Población de Chincha

Departamento, provincia, área urbana y rural, sexo y tipo de vivienda	Total	Grandes grupos de edad					
		Menos de 1 año	1 a 14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
Provincia CHINCHA (000)	194315	4064	54597	53202	39978	29842	12632
Hombres (001)	95977	2106	27828	26520	19162	14215	6146
Mujeres (002)	98338	1958	26769	26682	20816	15627	6486
URBANA (012)	172733	3595	48561	47340	35788	26439	11010
RURAL (024)	21582	469	6036	5862	4190	3403	1622

Departamento, provincia, área urbana y rural, sexo y tipo de vivienda	Total	Grandes grupos de edad					
		Menos de 1 año	1 a 14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
Distrito CHINCHA ALTA (000)	59574	1150	16109	15702	12404	9874	4335
Hombres (001)	29195	595	8257	7756	5835	4675	2077
Mujeres (002)	30379	555	7852	7946	6569	5199	2258
Distrito ALTO LARAN (000)	6220	131	1807	1861	1185	851	385
Hombres (001)	3184	69	905	959	621	421	209
Mujeres (002)	3036	62	902	902	564	430	176
Distrito CHINCHA BAJA (000)	12195	287	3263	3301	2451	2008	885
Hombres (001)	6129	149	1693	1672	1170	997	448
Mujeres (002)	6066	138	1570	1629	1281	1011	437
Distrito GROCIO PRADO (000)	20621	468	6038	5456	4226	3027	1406
Hombres (001)	10097	235	2979	2731	2051	1429	672
Mujeres (002)	10524	233	3059	2725	2175	1598	734
Distrito PUEBLO NUEVO (000)	52143	1132	15340	14937	10811	7233	2690
Hombres (001)	25620	585	7861	7445	5075	3353	1301
Mujeres (002)	26523	547	7479	7492	5736	3880	1389
Distrito TAMBO DE MORA (000)	4725	107	1344	1239	1034	725	276
Hombres (001)	2331	62	691	588	504	351	135
Mujeres (002)	2394	45	653	651	530	374	141

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.3. Actividades económicas predominantes

La Provincia de Chincha presenta potencial agrícola, ganadero y turístico; destina su producción agrícola al mercado internacional, al mercado de Lima, a los mercados regionales de Huancavelica y Ayacucho. Presenta escasa integración con las partes más altas y zonas rurales debido a que tienen poca infraestructura productiva. Sin embargo está articulado con el corredor económico Pisco - Ica por la

Panamericana Sur y con Huancavelica–Castrovirreyna y Huamanga – Huanta – La Mar por la vía Libertadores.

3.3.1. Actividad Pesquera

La actividad Pesquera de la Región Ica se sustenta básicamente en la extracción de productos hidrobiológicos frescos y su consiguiente transformación en forma de congelado, enlatado y curado. En esta actividad se desarrolla la mayor transformación industrial, destacando la producción de harina de pescado, que en el año 2006 ascendió a más de 500,000 TMB producidas en 14 plantas ubicadas en las provincias de Pisco y Chincha, con aplicación de tecnología mejorada.

3.3.2. Actividad de Hidrocarburos

Una de las principales actividades que se lleva a cabo en la provincia de Chincha es la que está relacionada al proyecto que consiste en la producción, transporte y distribución de Gas Natural proveniente de los yacimientos San Martín, Cashiari y Mipaya (Lote 88), ubicados en la provincia de la Convención, Cuzco.

Los Líquidos del Gas Natural (LGN) obtenidos en la planta de transformación en Las Malvinas son conducidos hacia la costa a través de un ducto de 560 Kms. hasta la planta de transformación ubicada en Pampa Clarita (Playa Lobería). A partir de esta planta de Licuefacción se conducirán dos poliductos en dirección sur, uno hacia Chincha y Pisco y otro hasta Marcona; con el objetivo de dirigirlos al mercado interno y externo.

3.3.3. Actividad Turística

La provincia de Chincha cuenta también con atractivos orientados básicamente al turismo nacional y para ello cuenta con conjuntos arquitectónicos arqueológicos como la Ciudadela Chinchaycamac ubicada aproximadamente a 7.5 Km. de la ciudad, que tiene características muy similares a la ciudadela Chan Chan del Norte del país y conjuntos arquitectónicos coloniales como el templo de la Plaza Mayor, lugar donde se fundó el año 1571 el "Pueblo Alto de Santo Domingo de la Real Corona de Chincha", hoy convertida en capital de la provincia, el templo de Santiago Apóstol, la ermita de la Beatita Melchorita y el templo de El Carmen. Así también forma parte los atractivos turísticos la Hacienda San José. Muchos de estos atractivos turísticos han sufrido daños considerables por el sismo del 15 de agosto del 2007.

Tabla 21. Población Económicamente Activa

Departamento y provincia, área urbana y rural, sexo y condición de actividad económica	Total	Grandes grupos de edad				
		6 a14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
Distrito CHINCHA ALTA (000)	52644	10329	15702	12404	9874	4335
PEA (001)	24804	245	8300	9146	6167	946
Ocupada (002)	23742	231	7714	8871	6002	924
Trabajando por algún ingreso (003)	22450	204	7388	8440	5585	833
No trabajo pero tenía trabajo (004)	1102	10	256	394	371	71
Ayudando a un familiar sin pago (005)	190	17	70	37	46	20
Desocupada (006)	1062	14	586	275	165	22
Buscando trabajo habiendo trabajado (007)	783	8	365	228	160	22
Buscando trabajo por primera vez (008)	279	6	221	47	5	
No PEA (009)	27840	10084	7402	3258	3707	3389
Cuidado del hogar y no trabajo (010)	10872	267	3052	2996	2961	1596
Estudiante y no trabajo (011)	13949	9691	4146	93	17	2
Jubilado/pensionista y no trabajo (012)	1967		12	32	509	1414
Rentista y no trabajo (013)	362		55	55	135	117
otro (014)	690	126	137	82	85	260

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.4. Salud

Los indicadores de salud que se vienen registrando en el país, indican una leve mejoría en los niveles de salud; sin embargo existe una marcada renuencia de enfermedades infecciosas, originadas por un inadecuado saneamiento ambiental y la incidencia de la desnutrición energética proteínica que afecta a un considerable grupo de la población.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos en el Perú conlleva a riesgos ambientales y a la salud de corto y largo plazo. Los problemas ambientales son diversos y tales problemas están directos e indirectamente vinculados a la calidad de la salud de las personas; pero la multicausalidad de las enfermedades, la pobreza, la desnutrición y la carencia de servicios de saneamiento básico, por

ejemplo, son factores causales muy importantes en el Perú. Por tal motivo, ello impide establecer una relación directa y cuantitativa entre el inadecuado manejo de residuos sólidos y la salud, reconociendo que el manipuleo inadecuado de los residuo, contribuye a la generación y propagación de numerosas enfermedades y problemas de salud.

Para el análisis de este aspecto del tema de salud, se ha tomado como referencia a los distritos considerados como usuarios de la disposición final del relleno sanitario del proyecto de la fase 1; en este caso son los distritos de Chincha Alta, Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora.

En las siguientes tablas se muestra la información como ciudad de Chincha que solo considera los casos de los distritos mencionados.

Tabla 22. Casos de enfermedades diarreicas agudas EDA (Acuosas + Disentéricas) 2013 y 2014

Año	Total de casos de eda en la ciudad de chincha				Total de casos todas las edades por año
	Daa < 1 año	Daa 1 - 4 años	Daa < 5 años	Daa > = 5 años	
Año 2013	649	1406	2055	2419	**4474**
Año 2014	624	1135	1759	2232	**3991**

Elaboración: equipo consultor 2015. Fuente: DIRESA ICA.

Tabla 23. Casos de Infecciones respiratorias agudas IRA (No neumonías) 2013 y 2014

Año	Total de casos de ira en la ciudad de chincha				Total de casos todas las edades por año
	Ira < 2 meses	Ira 2-11 meses	Ira < 1 año	Ira 1-4 años	
Año 2013	1002	6378	7380	14401	**21781**
Año 2014	970	6660	7630	14574	**22204**

Elaboración: equipo consultor 2015. Fuente: DIRESA ICA.

3.5. Educación

En el distrito de Chincha, en el nivel inicial existen 76 instituciones educativas; en el nivel primario, se cuenta con 32 instituciones educativas y en el nivel Secundario se tiene 18 instituciones educativas. Las prácticas de hábitos que favorecen la educación ambiental son insuficientes y demanda de una mayor capacitación del personal docente de las instituciones educativas, así se refirió por parte de los asistentes en el taller de involucrados desarrollado en la Ciudad de Chincha.

El ente rector que representa a este sector es la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL), el cual es un órgano de ejecución desconcentrado del Ministerio de Educación y de la Región de Educación Lima Provincias responsable del desarrollo y de la administración de la Educación que se ofrece en las Instituciones y Programas Educativos de su ámbito jurisdiccional en concordancia con la realidad local, planes educativo a Nivel Regional y la Política Educativa del Sector.

El municipio ha incidido en los últimos años en la prácticas de hábitos que favorecen la educación ambiental, pero son insuficientes y demanda de una mayor inducción del personal docente de las instituciones educativas, sobre todo al estar informados que la población desconoce del lugar donde se deposita los residuos y que un inadecuado manejo del mismo, puede representar un grave daño al ambiente y a su salud.

Como dato a presentar se ha tomado en consideración a los distritos que serán beneficiados con el proyecto. En el nivel inicial existen 326 instituciones educativas; en el nivel primario, se cuenta con 164 instituciones educativas y en el nivel Secundario se tiene 63 instituciones. A continuación se muestra la siguiente tabla que especifica mejor la información.

Tabla 24. Número de locales escolares por tipo de gestión y área geográfica, según etapa, modalidad y nivel educativo 2015

Distrito	Básica Regular		
	Inicial	Primaria	Secundaria
Chincha Alta	123	66	35
Alto Laran	15	9	2
El Carmen	26	12	2
Grocio Prado	40	22	4
Pueblo Nuevo	75	32	16
Sunampe	41	21	3
Tambo de Mora	6	2	1
Total	326	164	63

Fuente: Ministerio de Educación - Padrón de Instituciones Educativas 2015.

4. MARCO LEGAL Y REGULATORIO

4.1. Marco legal ámbito nacional

El marco legal existente en el Perú relacionado con el proyecto es el siguiente:

- Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú, promulgada en el año 1993: Fija normas que garantizan el derecho que tiene toda persona a la protección de su salud y gozar de un ambiente equilibrado.

Establece asimismo que es el Estado quien determina las políticas nacionales de salud y ambiente. Bajo su seno, se desprenden una serie de documentos legales que especifican los criterios y acciones a considerar para el proyecto.

- Sistema Nacional de Inversión Pública

El estudio de pre inversión a nivel de Perfil tiene en cuenta los contenidos mínimos dispuestos por el Sistema Nacional de Inversión Pública a través de:

- Ley N° 27293[5]. Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y su modificatorias Leyes N ° 28522, 28802, 1005 y 1091.
- Decreto Supremo N° 102-2007-EF[6]. Reglamento de la Ley del SNIP.
- Directiva N° 001-2011-EF/68.01[7]. Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública.
- Resolución Directoral N° 005-2005-EF/68.01. Incorporación de los Gobiernos Locales al Sistema Nacional de Inversión Pública.
- Decreto Supremo N° 102-2007-EF. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.
- Resolución Directoral Nº 007-2013-EF/63.01 Anexo CME 22, Contenidos Mínimos Específicos de Estudios de Pre inversión a Nivel de Perfil de Proyectos de Inversión Pública de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, en donde también se menciona el calificador funcional.

[5]Ley Nº 27293, publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 28 de Junio de 2000; modificada por las Leyes N° 28522, 28802, 1005 y 1091.
[6]Aprobado por Decreto Supremo N° 102-2007-EF, publicado en el Diario Oficial "El Peruano" el 19 de Julio de 2007.
[7]Publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 09 de abril de 2011.

Tabla 25. Clasificador Funcional Programática del Proyecto

Función	17 Ambiente
Programa	055 Gestión Integral de la Calidad Ambiental
Subprograma	0126 Vigilancia y Control Integral de la Contaminación y Remediación Ambiental
Responsable funcional (Según Anexo SNIP 04)	Ambiente

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

- Ley Nº 28611 - Ley General del Ambiente[8]

Dicha Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental.

En el Título I Política Nacional de Ambiente y Gestión Ambiental, capítulo 1 Aspectos Generales, se señala en:

Artículo 3.- Función específica del Estado en materia ambiental

El estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarios para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la presente Ley.

- Ley Nº 27314 - Ley General de Residuos Sólidos[9] (incluye Decreto Legislativo 1065 que modifica la Ley)

Los artículos establecidos en esta normativa relacionados con la recuperación de áreas degradadas son los siguientes:

Artículo 4.- Lineamientos de política

La presente Ley se enmarca dentro de la Política Nacional del Ambiente y los principios establecidos en la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente. La gestión y manejo de los residuos sólidos se rige especialmente por los siguientes lineamientos de política, que podrán ser exigibles programáticamente, en función de las posibilidades técnicas y económicas para alcanzar su cumplimiento:

[8] Publicado en el diario Oficial El Peruano, 13 de octubre de 2005.
[9] Publicado en el diario Oficial El Peruano, 21 de julio de 2000 – Modificada en el 2008 DL 1065.

Inciso 8: Establecer acciones orientadas a recuperar las áreas degradadas por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos.

Artículo 10.- Función específica de la Municipalidades en materia ambiental

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el gobierno regional al que corresponden, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de botaderos que pongan en riesgo de salud de las personas y del ambiente.

Artículo 44.- Promoción de la inversión

El Estado prioriza la inversión pública y promueve la participación del sector privado en la investigación, desarrollo tecnológico, adquisición de equipos, así como en la construcción y operación de infraestructuras de residuos sólidos. Sin perjuicio del rol subsidiario del Estado, es obligación de las autoridades competentes adoptar medidas y disposiciones que incentiven la inversión en estas actividades.

Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales

Sexta.- Planes provinciales de gestión integral de residuos sólidos

Las municipalidades provinciales incorporarán en su presupuesto, partidas específicas para la elaboración y ejecución de sus respectivos Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, en los cuales deben incluirse la erradicación de los botaderos existentes o su adecuación de acuerdo a los mandatos establecidos en la presente Ley. Los períodos de vigencia y la consecuente revisión de estos planes serán determinados por cada autoridad municipal, según corresponda.

- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM)

Los artículos establecidos en esta normativa relacionados con la recuperación de áreas degradadas son los siguientes:

Artículo 8.- Autoridades Municipales.

La municipalidad, tanto provincial como distrital, es responsable por la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a éstos originados por otras actividades. Corresponde a estas municipalidades, lo siguiente:

- Provincial:
    - Asegurar la erradicación de los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos, así como la recuperación de las áreas degradadas por dicha causa; bajo los criterios que para cada caso establezca la Autoridad de Salud;

Artículo 18.- Prohibición para la disposición final en lugares no autorizados.

Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o aquellos establecidos por ley.

Los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos, identificados como botaderos, deberán ser clausurados por la Municipalidad Provincial, en coordinación con la Autoridad de Salud de la jurisdicción y la municipalidad distrital respectiva.

La Municipalidad Provincial elaborará en coordinación con las Municipalidades Distritales, un Plan de Cierre y Recuperación de Botaderos, el mismo que deberá ser aprobado por parte de la Autoridad de Salud. La Municipalidad Provincial es responsable de su ejecución progresiva; sin perjuicio de la responsabilidad que corresponda a quienes utilizaron o manejaron el lugar de disposición inapropiada de residuos.

Artículo 19.- Recuperación de áreas de disposición final.

Todo proyecto de recuperación para el uso de aquellos terrenos públicos o privados, que son o han sido rellenos sanitarios o botaderos de residuos, deben contar con la respectiva autorización de la DIGESA de acuerdo a lo establecido en los artículos 89 y 90 del Reglamento.

Artículo 92.- Recuperación y uso de áreas degradadas

Las áreas que han sido utilizadas como botaderos de residuos, deberán ser sanitaria y ambientalmente recuperadas en concordancia con el desarrollo y bienestar de la población, y con la prohibición dispuesta en el artículo 89 mediante un plan de recuperación. La formulación y ejecución de dicho plan es de responsabilidad de la municipalidad provincial correspondiente para lo cual contará con el apoyo de las municipalidades distritales y la Autoridad de Salud, sin perjuicio de que ésta repita posteriormente contra quien o quienes hayan hecho aprovechamiento del botadero. El citado plan será aprobado por la DIGESA.

- Decreto Supremo Nº 105/67-DGS.

Dispone que las áreas de terreno destinadas a relleno sanitario o de basuras solamente podrán ser habilitadas para parques o bosques.

- D.S. Nº 003-2008 – MINAM: "Aprueban Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para el Aire"

Que los ECA se refieren a valores que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud.

- D.S. Nº 085-2003 PCM: "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido"

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

El ECA de ruido ha establecido niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse a fin de proteger la salud humana, para zonas residenciales, comerciales e industriales. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

En los lugares donde existen zonas mixtas, por ejemplo zonas Residencial-Comercial, se aplicará el estándar de zona Residencial.

- D.S. Nº 002-2008-MINAM: "Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua"

Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades

▪ En el artículo 80.- Saneamiento, Salubridad y Salud

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:
  - Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
  - Reglar y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiental.
- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales:
  - Proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, relleno sanitario y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

4.2. Marco Legal ámbito local

Con respecto al marco legal local se tiene los documentos normativos:

- Plan de Desarrollo Concertado: Gobierno Regional de Ica.

El presente proyecto se inscribe en los propósitos del Plan de Desarrollo Concertado 2007-2011 del Gobierno Regional de Ica, que en el Frente marrón "Calidad y salud ambiental", precisa en su Objetivo N° 01 "Promover y fortalecer los sistemas de manejo y gestión de residuos sólidos".

- Plan de Desarrollo Urbano de Chincha

El Plan Director de la Ciudad de Chincha, elaborado por la Dirección de Acondicionamiento territorial de la Municipalidad Provincial de Chincha, elaborado en noviembre/2007, en su síntesis del diagnóstico Urbano Ambiental, entre otros, señala la identificación de los siguientes problemas:

- Falta de limpieza de las áreas públicas. En la ciudad de Chincha, hay hasta 09 lugares en donde se acumula la basura para su posterior recojo.
- El servicio de recojo de basura es deficiente en la periferia de la ciudad, especialmente en las zonas de Túpac Amaru, San Agustín, Cruz Blanca, El Tigre, Chavalina, y Balcón, donde el servicio es solamente una vez a la semana, lo que ocasiona que los pobladores arrojen su basura en la acequia "Ñoco", causando una alta proliferación de moscas. Asimismo ingresa el agua que riega los campos agrícolas de Sunampe, Grocio Prado, etc. que causa una alta proliferación de moscas, roedores y un mal olor que se acrecienta en los meses de verano. Esto es una zona con alta densidad poblacional que intercomunica a los distritos de Pueblo Nuevo y Chincha, produciendo enfermedades como la peste bubónica, tifus marino, leptospirósis, tifoidea, salmonelosis, cólera, disentería, malaria, dengue, fiebre amarilla, triquinosis, carbunco, etc.
- El manejo de los residuos sólidos no está totalmente resuelto con la recolección de basura doméstica, existen zonas que aún no están atendidas por falta de unidades de vehículos.
- En el ámbito de estudio existe la acequia, "Ñoco" que constituye un foco de contaminación que atentan contra la salud de los pobladores, debido a la presencia de residuos sólidos y constituye un ambiente propicio para la reproducción de moscas, zancudos, transmisores de enfermedades.

Para enfrentar esta situación, en el Sub Programa de Ordenamiento Ambiental, que tiene como objetivo reducir o eliminar el problema ambiental modificando las causas principales que la generan, considera los siguientes Proyectos y/o Estudios:

Proyectos a Mediano Plazo (2007-2010)

- Gestión de Residuos sólidos.
- Adecuación y Manejo Ambiental de Canales de Regadío.
- Control de Contaminación Atmosférica.

Proyectos a Largo Plazo (2011-2015)

- Construcción de una Planta de Reciclaje de Residuos sólidos.
- Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.
- Rehabilitación y Restauración del Patrimonio Arqueológico.

- Plan Integral de Gestión Ambiental de RR SS de la Provincia de Chincha (PIGARS) 2008-2017

Aprobado con Ordenanza Nº 117 – MPM. Es un instrumento de gestión municipal que orienta el desarrollo de acciones para mejorar el Servicio de Limpieza Pública en el ámbito de la provincia; documento que permite la adecuada formulación de políticas y estrategias de captación de rentas y administración de recursos financieros, considerando la sostenibilidad del sistema de gestión, que contiene actividades de solución de la problemática de residuos sólidos en la Provincia de Chincha

4.3. Marco Legal de la participación de los involucrados

Respecto al marco legal de la participación del involucrado cabe resaltar que se considera necesario enmarcar desde el punto de vista legal el involucramiento y participación de los actores locales en la formulación de un proyecto, los cuales consideramos se hacen referencia en los siguientes ítems:

- La Ley General del Ambiente

En su Título Preliminar señala que: "Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva".

- Artículo 12° de la Ley General de Residuos Sólidos

Establece que la gestión de los residuos sólidos de responsabilidad municipal debe ser coordinada y concertada, especialmente en las zonas conurbadas, en armonía con las acciones de las autoridades sectoriales y las políticas de desarrollo regional.

- La Ley Orgánica de Municipalidades

Establece que los gobiernos locales promueven en forma participativa y concertada una adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción para mejorar la calidad de vida de las personas.

- Ley Orgánica de Municipalidades

Establece que los gobiernos locales promueven en forma participativa y concertada una adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción para mejorar la calidad de vida de las personas.

Por lo tanto el proyecto está considerado en los lineamientos de políticas vigentes, asimismo toma en consideración la normatividad técnica - ambiental emitida por las autoridades competentes.

5. IMPACTOS DEL PROYECTO

Dado que el proyecto trata de la recuperación de un botadero que en la actualidad viene causando impactos severos negativos al medio ambiente, todos los trabajos de obra (Etapa de inversión) causaran impactos negativos mínimos y mitigables, los cuales serán a causa principalmente por el movimiento de tierras, la conformación de la capa de soporte entre otros trabajos, impactos que pueden ser mitigables aplicando las medidas correctivas y de prevención, los trabajos de operación y mantenimiento (post inversión) que se lleven a cabo en el área causaran impactos positivos en su mayoría para el medio ambiente y los únicos impactos negativos serian referidos a la salud e higiene ocupacional los cuales aplicando correctamente las medidas de seguridad y salud son reducidos al mínimo. La identificación de impactos permitirá determinar qué actividades del proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica tienen potencial de producir alteraciones en los elementos ambientales de su área de influencia.

La metodología más apropiada se basa en la información ambiental recopilada y en la interrelación causa-efecto en un enfoque de sistemas mediante matrices de impacto ambiental.

5.1. Actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales

A continuación se hace una descripción de las actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales negativos, si es que no se toman las medidas del caso recomendadas más adelante.

5.1.1. Etapa de Inversión (construcción de obra)

En este acápite analizaremos cada uno de las actividades de construcción para detectar cuáles podrían ser los posibles impactos en el área.

5.1.1.1. Obras preliminares

Los trabajos iniciales de instalación de campamentos, cartel de información, movilización de equipos y todo aquello previo a la construcción de la obra implica un cierto riesgo en el aspecto de seguridad para los trabajadores si es que no se observan las medidas de seguridad pertinentes. Los posibles accidentes de trabajo durante las actividades a realizar pueden ser:

- Atropellos, golpes, vuelcos de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.

- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

Para minimizar estos impactos es necesario realizar asignaciones bajo la supervisión de obra de un técnico especialista, además de usar los EPP's adecuados.

5.1.1.2. Movimiento de tierras

Durante las actividades de movimiento de tierras las principales afectaciones pueden ser debido al material particulado en suspensión y al ruido que generan las maquinarias a utilizar que pone en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores y personas que transiten por este lugar. Estos impactos pueden ser:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Desprendimientos de tierras dentro del radio de acción de las máquinas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Caídas del personal desde los frentes de excavación.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

Para minimizar este riesgo se debe de utilizar correctamente los equipos de protección personal y además se debe de aplicar el manual de seguridad y salud.

5.1.1.3. Sellado del área con tierras de la zona

Durante esta actividad se podría exponer a los trabajadores a polvo, gases quemaduras debido al extendido de la capa de sellado para ello los trabajadores deben de estar correctamente uniformados con los equipos de protección personal. Estos riesgos serian:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel (escaleras, plataformas, etc.).
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

5.1.1.4. Construcciones complementarias (vías de acceso, cerco perimétrico)

En esta actividad tendremos que tener en cuenta impactos a la calidad de aire y a la seguridad de los trabajadores:

- Accidentes, atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Suspensión de Partículas
- Ruido puntual y ambiental.
- Golpes por las compactadoras (pisones, rulos).

5.1.2. Etapa de Post Inversión (operación y mantenimiento)

En esta etapa la mayoría de impactos serán positivos para el medio ambiente dado Las medidas que se implementarán para el cierre del botadero estarán enfocadas a limitar lo máximo posible la generación de nuevos agentes contaminantes que pudieran seguir afectando al área del botadero y a conseguir, de esta manera, recuperar dicha área con el paso de los años.

Para la operación y mantenimiento del área serán necesarios la contratación de personal capacitado en disposición final de residuos. Todo ello permitirá la generación de empleo local, lo que implica impactos positivos socioculturales al distrito de Pueblo Nuevo. Se desarrollarán las charlas de sensibilización y de capacitación al personal, enfatizando la importancia e interrelación de la protección del ambiente y del estado de la salud. Esta es una parte fundamental ya que se debe concientizar al personal que labore en el relleno sanitario dado que ellos serán los pilares principales para evitar la afectación en el ambiente

En este acápite analizaremos cada uno de las actividades de operación para detectar cuáles podrían ser los posibles impactos.

5.1.2.1. Actividad de monitoreo de Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

En esta etapa los impactos principales serian a la seguridad y salud de los trabajadores y estos son:

- Caídas de Personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

5.1.2.2. Actividad de monitoreo de Estabilidad de taludes.

En esta etapa los impactos principales serian a la seguridad y salud de los trabajadores y estos son:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Caídas del personal a diferente nivel.

- Caídas del personal al mismo nivel.
- Desprendimiento de los taludes por vibraciones al transitar vehículos.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

5.1.2.3. Actividad de monitoreo de biogás.

Los impactos que podría tener esta actividad concierne principalmente a la seguridad y salud durante la actividad de monitoreo de biogás:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Incendio del pozo de venteo por acumulacion de gases.
- Inalación de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mal uso del sistema de monitoreo.

5.1.3. Gestión del riesgo climático durante toda la etapa de vida del proyecto

Como mencionamos en el apartado 2.1.13. Riesgos naturales y cambio climático, los riesgos de desastres en la zona del proyecto son muy escasos. Esto se ha concluido a partir de la información recolectada donde se puede verificar que los peligros y consecuencias de desastres naturales son mínimas y solo se reducen a los sismos, dado que el área se ubica en una zona de clima desértico lo que reduce la posibilidad de producirse precipitaciones pluviales intensas, que generan inundaciones, derrumbes y aluviones con arrastre de lodo, las que tendrían muy poco impacto en la zona del proyecto.

5.2. Resumen de los impactos al ambiente identificados

A continuación se describe los principales impactos ambientales del proyecto en cada una de sus etapas:

Tabla 26. Resumen de posibles elementos ambientales afectados

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción del impacto
Etapa de inversión (construcción de obra)	Aire / calidad	En cuanto a la calidad del aire por un lado que se ha considerado el material particulado y la producción de gases resultado del ingreso de vehículos que de forma esporádica ingresarán materiales y herramientas.
	Aire / ruido	El impacto es producido por las obras de movimiento de tierras. El movimiento de maquinaria para realizar los desplazamientos de material causa inevitablemente ruido.
	Cultural / estilo de vida	Debido a la necesidad de contratar mano de obra esto generara un impacto positivo en el lugar por la creación de puestos de trabajo. Se prevé un impacto negativo bajo debido al tráfico o molestias en el transito normal de los peatones.
	Humano / salud e higiene	Los trabajadores de la obra podrían estar expuestos a riegos propios de la construcción como es el caso de caídas, golpes, tropiezos, cortes, etc. Que podrían poner en riesgo su salud y calidad de vida.
Etapa de post inversión (operación y mantenimiento)	Suelos / calidad de los suelos	Las actividades de recuperación causaran un impacto positivo por la colocación y mantenimiento de la cobertura vegetal, también los residuos al estar adecuadamente confinados dejaran de afectar las capas de suelo.
	Agua / calidad de las aguas superficiales	Con la construcción de un sistema de recolección de aguas pluviales e impermeabilización de la masa de residuos se evita que el agua de lluvia se mezcle con el residuo y sea arrastrado hacia aguas superficiales lo que reduce la posibilidad de contaminarlas y preservando su calidad. En cualquier caso, la baja pluviometría de la zona (desértica) minimiza la importancia este aspecto.
	Aire / calidad	Con la obra totalmente construida y operando se prevé que los gases que antes eran liberados directamente a la atmosfera serán captados y tratados de manera adecuada mejorando la calidad del aire de la zona

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción del impacto
	Cultural / estilo de vida	Al recuperar el área del botadero se impacta de manera positiva sobre el estilo de vida de las personas dado que cambia el mal aspecto que tenían del lugar, además la operación y mantenimiento del lugar generara la creación de un puesto de trabajo.
	Cultural / paisaje	Concluida la obra, se recuperara la belleza del entorno, reintegrando la antigua zona del botadero al paisaje preexistente.
	Humanos / salud e higiene	Cuando la obra de recuperación se encuentre operando, los residuos confinados adecuadamente y tratados, se mejora la calidad de vida y salud de las poblaciones del área de influencia. Los trabajadores del área podrían sufrir accidentes propios de sus labores, tropiezos, cortes, caídas son algunos de los impactos a la salud que podrían tener de no contar con las medidas adecuadas de seguridad.

Fuente: Equipo de Formulación, 2016

5.2.1. Etapa Inversión (Construcción de obra)

Los variables ambientales identificadas son:

5.2.1.1. Calidad del aire

Se prevé un impacto negativo bajo debido al material particulado y la generación de gases.

5.2.1.2. Ruido

Se prevé un impacto negativo bajo debido al ruido generado por los vehículos y las maquinarias.

5.2.1.3. Estilo de vida

Se prevé un impacto negativo bajo debido al tráfico o molestias en el transito normal de los peatones. Por otro lado la obra generara un impacto positivo medio debido a la creación de puestos de trabajo local.

5.2.1.4. Salud e higiene

Se prevé un impacto negativo medio a la seguridad e higiene de los trabajadores de la obra por riesgos propios de las actividades de construcción.

5.2.2. Etapa Post Inversión (Operación y mantenimiento)

Los variables ambientales identificadas son:

5.2.2.1. Calidad de los suelos

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y adecuadamente tratados dejaran de afectar el suelo.

5.2.2.2. Calidad de las aguas subterráneas

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y adecuadamente tratados se prevendría una posible contaminación las aguas subterráneas.

5.2.2.3. Calidad de las aguas superficiales

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y con una capa de impermeabilización se prevendría que estos se combinen las aguas superficiales.

5.2.2.4. Calidad del aire

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los gases generados por los residuos confinados serán tratados antes de ser expulsados al ambiente.

5.2.2.5. Estilo de vida

La obra generará un impacto positivo alto en la calidad de vida de las personas ya que se dejará de utilizar el botadero para dar pase a la recuperación del entorno.

5.2.2.6. Paisaje

La obra recuperara la belleza paisajística del lugar.

5.2.2.7. Salud e higiene

Al encontrarse los residuos confinados y tratados adecuadamente estos dejaran de afectar a la salud de las personas que viven en el área de influencia del botadero.

Se prevé un impacto negativo bajo a la seguridad e higiene de los trabajadores del área por riesgos propios de las actividades de monitoreo, los cuales son prevenibles si se aplica de manera adecuada el manual de seguridad y salud.

Tabla 27. Identificación de posibles elementos ambientales afectados

VARIABLE AMBIENTAL	ASPECTO AMBIENTAL	ATRIBUTO	IMPACTOS ETAPA DE INVERSION		IMPACTOS ETAPA DE POST INVERSIÓN	
			POSITIVOS	NEGATIVOS	POSITIVOS	NEGATIVOS
Variables Físicas	Suelo	Calidad de los Suelos	-	-	M	-
		Disponibilidad del Recurso Suelo	-	-	-	-
		Geomorfología del Suelo	-	-	-	-
	Agua	Calidad de la Aguas Subterráneas	-	-	M	-
		Calidad de las Aguas Superficiales	-	-	M	-
	Aire	Calidad del Aire	-	B	M	-
		Ruido	-	B	-	-
Variables Bióticas	Flora	Cobertura Vegetal	-	-	-	-
		Diversidad	-	-	-	-
	Fauna	Diversidad	-	-	-	-

Variable Social	Cultural	Estilo de vida	M	B	A	-
		Paisaje	-	-	A	-
	Humanos	Salud e Higiene	-	M	A	B

B: Impacto bajo, M: Impacto medio, A: Impacto Alto. El guion (-) significa que no hay afectación del medio.

Fuente: Equipo de Formulación, 2016

6. MITIGACIÓN DE IMPACTOS

En el presente capítulo se proponen las medidas que se deberán implementar para evitar, reducir y/o mitigar los impactos ambientales negativos identificados en la Tabla 27, del proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica, como objetivos fundamentales de las estrategias propuestas.

En base a la identificación anticipada de los impactos ambientales originados por las actividades del proyecto, se ha establecido un conjunto de recomendaciones que se deben implementar.

La Estrategia de Manejo Ambiental resulta en gran medida de la combinación acertada de esta serie de acciones (operacionales y complementarias) a fin de garantizar un adecuado desarrollo del proyecto, sin perjuicio del ambiente y la salud de la población. Los instrumentos de la estrategia que permitan el cumplimiento de los objetivos ambientales del estudio son:

Tabla 28. Medidas de prevención, mitigación y corrección

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción de la medida	Plan de prevención, mitigación y corrección
Etapa de inversión (Construcción de obra)	Aire / calidad	Para evitar las partículas en suspensión se recomienda humedecer el terreno previamente a los trabajos de obras preliminares, corte, excavaciones, movimiento de tierras, conformación de capa entre otros.	Manual de seguridad y salud de obra
	Aire / ruido	Los trabajadores deberán contar tapones antiruido, los vehículos pesados deberán contar con silenciadores para reducir la emisión de ruido al entorno. Realizar las actividades en horarios diurnos preferentemente.	Manual de seguridad y salud de obra
	Cultural / estilo de vida	La obra constructiva requerirá mano de obra y servicios de diferente nivel de especialización, para lo cual se	Lineamientos de intervención social /

		dará preferencia al capital humano local distrital y provincial en la medida de lo posible, a través de los medios de comunicación con que se cuente u otros mecanismos de convocatoria disponibles en la zona. La circulación dentro y fuera de la obra se realizará por rutas debidamente señalizadas. Se le deberá de explicar mediante talleres informativos a la población sobre el plan de cierre y recuperación de la zona del botadero. Se deberá de implementar un buzón de quejas y sugerencias para que cualquier inquietud, queja o agravio causado por el operador a la población sea resuelta a la brevedad posible por la municipalidad.	Manual de seguridad y salud de obra
	Humano / salud e higiene	Todo personal que realice trabajos en esta etapa dentro de las instalaciones del proyecto deberá poseer sus implementos de seguridad tales como casco, anteojos protectores, protectores auditivos, botas de seguridad y otros de acuerdo al caso.	Manual de seguridad y salud de obra
Etapa de post inversión (operación y mantenimiento)	Humanos / salud e higiene	En general, el caso de las labores de operación los trabajadores podrían estar expuestos a situaciones de riesgo o sufrir accidentes por: cortes, golpes, contusiones, gases, etc. Para lo cual deben contar con todos sus equipos de protección personal y debidamente capacitados para operar el área recuperada (ver manual de seguridad y salud de operación y mantenimiento).	Manual de seguridad y salud para operación y mantenimiento

Fuente: Equipo de Formulación, 2016

Es preciso indicar que el reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM) en el Artículo 8.- Autoridades Municipales menciona "La municipalidad, tanto provincial como distrital, es responsable por la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a éstos originados por otras actividades. Corresponde a estas municipalidades, lo siguiente: Provincial: Asegurar la erradicación de los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos, así como la recuperación de las áreas degradadas por dicha causa; bajo los criterios que para cada caso establezca la Autoridad de Salud".

Por lo tanto la responsable de aplicar los planes de mitigación planteados será la municipalidad provincial de Chincha. Además:

A partir del año 2014 en el registro del Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF) se ha implementado la ejecución de gasto de la Categoría Presupuestal 0036: Gestión de Integral de Residuos Sólidos que han usado las fuentes de FONCOMUN, impuestos Municipales, Recursos Directamente Recaudados, Donaciones y Transferencias; y Canon, según se aprecia a continuación:

Tabla 29: Gastos en Gestión Integral de Residuos Sólidos (En soles) – 2014

Concepto	Ingresos	Ejecución en Gestión Integral de Residuos Solidos	%
Fondo de Compensación Municipal	3,175,326	3,065,405	96.53%
Impuestos Municipales	1,974,435	1,434,463	72.65%
Recursos Directamente Recaudados	1,672,112	1,030,102	61.60%

Fuente: Consulta amigable MEF 2014

La tabla anterior, evidencia la posibilidad del uso de estas fuentes para actividades relacionadas a la Gestión Integral de Residuos, por lo tanto en los próximos años se tendrá que programar en el presupuesto anual el monto estimado de operación y mantenimiento con cargo a FONCOMUN, Impuestos Municipales, o Canon.

Además se debe de suscribir el convenio donde la municipalidad se compromete en la retención de los recursos para tal fin.

Por tanto la Municipalidad Provincial de Chincha cuenta con los recursos suficientes para hacerse cargo del costo de Operación y Mantenimiento del presente proyecto donde se incluye los planes de mitigación.

Además el Plan de intervención social (Anexo 2 del presente documento) reforzará la capacidad municipio para realizar el seguimiento a los planes de mitigación con las capacitaciones que recibirán el personal municipal en temas ambientales.

7. PLAN DE MONITOREO

El propósito principal del Programa de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, donde se encuentra incluido el botadero Pampa Chanchería, es conseguir, en la medida de lo posible, restaurar las áreas que se han visto afectadas por el inadecuado manejo de dichos residuos, ante la inexistencia de una infraestructura adecuada para su disposición.

Una vez resuelto el problema inicial de la falta de la mencionada infraestructura, con la construcción del nuevo relleno sanitario, los residuos se dejarán de depositar en el botadero.

Las medidas que se implementarán para el cierre del botadero estarán enfocadas a limitar lo máximo posible la generación de nuevos agentes contaminantes que pudieran seguir afectando al área del botadero y a conseguir, de esta manera, recuperar dicha área con el paso de los años.

En este documento se establecen las operaciones de control y monitoreo que serán necesarios para garantizar que las medidas correctoras ejecutadas mantienen su eficiencia durante el periodo especificado de post-clausura, estableciendo los parámetros de control para su evaluación.

Estos controles permitirán también evaluar la evolución de la estabilización de la materia orgánica del residuo (principal fuente de generación de agentes contaminantes) así como la potencial afectación de dichos contaminantes al medio. Todos los indicadores que se recojan servirán para mejorar la Norma.

Todos las analíticas descritas en este documento y sus correspondientes muestreos deberán ser realizados por laboratorios acreditados por INDECOPI.

7.1. Estrategia de Monitoreo Ambiental

El horizonte del proyecto se ha establecido en 10 años, por lo que al final del mismo se debería poder establecer si se ha cumplido con el propósito de recuperar el área del botadero. Para ello se debería comparar el grado de contaminación del área del botadero en el momento de la clausura con la situación al final del periodo de 10 años.

Para establecer una línea base en el momento de la fase de Inversión, se realizará un control del aire, suelo y cuerpos de agua durante el expediente siguiendo la metodología establecida en la ECA, para determinar la situación inicial. Al final de los 10 años (horizonte del proyecto) se volverán a realizar de nuevo los análisis para poder determinar el grado de recuperación (total o parcial) del área afectada. Se recomienda hacer otras dos analíticas en el año 3 y el año 5 para determinar la evolución de la recuperación pretendida.

Para todos los casos deben realizarse correlaciones de los resultados obtenidos en las diferentes analíticas, por si hubiera irregularidades, determinar las causas y plantearse modificar la frecuencia o los parámetros a analizar.

Los monitoreos ambientales serán llevados a cabo por una empresa consultora que será contratada por la Municipalidad Provincial de Chincha.

7.1.1. ECA SUELOS

Para el estudio de calidad del suelo se analizarán todos los parámetros establecidos en la Norma. Aun así, se contempla la exclusión en las analíticas de los años 3, 5 y 10, de aquellos parámetros que

pudieran presentar valores por debajo de los LMP y que fueran ajenos a la actividad, siempre que la normativa vigente lo permita.

Estos son el grupo de compuestos orgánicos (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno, Naftaleno, Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10), Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28), Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40), Benzopireno, Bifenilos policlorados, PCB, Aldrin, Endrín, DDT y Heptacloro).

Los parámetros a analizar serán los de la siguiente tabla:

Tabla 30. Monitoreo de suelos

Parámetros	Metodología	Límites Uso / Comercial/ Industrial/ Extractivo
Orgánicos		
Benceno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,03
Tolueno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,37
Etilbenceno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,082
Xileno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	11
Naftaleno (mg/kg MS)	EPA 8260-B	22
Fracción hidrocarb. (C5-C10 (mg/kg MS)	EPA 8260-B	500
Fracción hidrocarb. (C10-C28) (mg/kg MS)	EPA 8015-M	5000
Fracción hidrocarb. (C28-C40) (mg/kg MS)	EPA 8260-D	6000
Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,7
Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	EPA 8270-D	33
Aldrin (mg/kg MS)	EPA 8270-D	10
Endrín (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,01
DDT (mg/kg MS)	EPA 8270-D	12
Heptacloro (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,01
INORGANICOS		
Cianuro libre (mg/kg MS)	EPA 9013-A/APHA AWWA WEF 4500 CN F	8

Parámetros	Metodología	Límites Uso / Comercial/ Industrial/ Extractivo
Arsénico total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	140
Bario total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	2000
Cadmio total (mg/kg MS	EPA 3050-B EPA 3051	22
Cromo VI (mg/kg MS)	DIN 19734	1,4
Mercurio total (mg/kg MS)	EPA 7471-B	24
Plomo total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	1200

Fuente: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para suelos - Decreto Supremo N° 002 - 2013 – MINAM.

Tal como se ha explicado, este análisis se debería realizar en el años 0, el año 3, el año 5 y el año 10. Se tomará un solo punto de muestreo.

7.1.2. ECA AIRE

Para el estudio de calidad del aire se analizarán todos los parámetros sin excepción, puesto que dichos compuestos pueden encontrarse en el aire, ya sea provenientes de los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Así, los parámetros a analizar serán los siguientes:

Tabla 31. Monitoreo de aire

Parámetros	Metodología	Periodo	Valor ug/m^3
Dióxido de azufre (SO2) (µg/m3)	Fluorescencia UV (método automático)	24 horas	80
Benceno (µg/m3)	Cromatografía de gases	Anual	4
Hidrocarburos Tot. (HT) expres. como Hexano (mg/m3)	Ionización de la llama de hidrógeno	24 horas	100
Material Partic. menor a 10 micras (µg/m3)	Separac. inercial /filtración (gravimetría)	Anual	50
		24 horas	150

Parámetros	Metodología	Periodo	Valor ug/m³
Material Partic menor a 2,5 micras (µg/m3)	Separac. inercial /filtración (gravimetría)	24 horas	50
Hidrógeno Sulfurado (H2S) (µg/m3)	Fluorescencia UV (método automático)	24 horas	1150
Monóxido de carbono	Infrarrojo no dispersivo (NDIR)	8 horas	10000
		1 hora	30000
Dióxido de Nitrógeno	Quimioluminiscencia	Anual	100
		1 hora	200
Ozono	Fotometría UV	8 horas	120
Plomo	Espectrofotometría de absorción atómica	Anual	0,5
		Mensual	1,5

Fuente: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para aire - Decreto Supremo N° 003 - 2008 – MINAM

Tal como se ha explicado, este análisis se debería realizar en el años 0, el año 3, el año 5 y el año 10. Se tomarán dos puntos de muestreo.

7.1.3. ECA AGUA

Para el estudio de calidad del agua los parámetros a analizar serán los siguientes:

Tabla 32. Monitoreo de agua

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto		
Parámetros	Unidad	ECA
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2000

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto		
Parámetros	Unidad	ECA
Demanda bioquímica de oxigeno	mg/L	15
Demanda química de oxigeno	mg/L	40
Floruros	mg/L	1
Fosfatos-p	mg/L	1
Nitratos(no3-n)	mg/L	10
Nitritos(no2-n)	mg/L	0,06
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5 - 6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo(6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y alto		
Parámetros	Unidad	ECA
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
aceites y grasas	mg/L	1
fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	1

Parámetros para riego de vegetales			
Parámetros	Unidad	ECA Vegetales tallo bajo	ECA Vegetales tallo alto
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100mL	100	100
Huevos de helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
Salmonella sp	Ausente	Ausente	Ausente
Vibrión cholerae	Ausente	Ausente	Ausente

Parámetros para bebidas de animales		
Parámetros	Unidad	ECA
Fisicoquímicos		
Conductividad eléctrica	(uS/cm)	<= 5000
Demanda bioquímica de oxigeno	mg/L	< = 15
Demanda química de oxigeno	mg/L	40

Parámetros para bebidas de animales		
Parámetros	Unidad	ECA
Floruro	mg/L	2
Nitratos (NO3-N)	mg/L	50
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1
pH	Unidades de pH	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0,01
Cianuro wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0,5
Cromo (6+)	mg/L	1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	24
Orgánicos		

Parámetros para bebidas de animales		
Parámetros	Unidad	ECA
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L	1

Fuente: Decreto Supremo N° 002 – 2008 MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para agua.

PARAMETROS	METODOLOGÍA
Ph	EPA 150.1 1999 Approved for NPDES (Editorial Revision 1978,1982)
Temperatura	EPA 170.1 1999 Temperature (Thermometric) Approved for NPDES (Issued 1974)
Oxígeno Disuelto	EPA 360.1, 1999. Oxygen, Dissolved (Membrane Electrode
Conductividad	EPA 120.1 1999 Conductance (Specific Conductance, umhos at 25oC) Approved for NPDES (Editorial Revision 1982)
Turbidez (NTU)	APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
PARÁMETRO	METODOLOGÍA
DQO	SMEWW APHA-AWWA-WEF 5220-D, 22nd Ed. 2012.Chemical Oxigen Demand (DQO) Closed Reflux Method
DBO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxigen Demand (BOD): 5-Day BOD tes
Aceites y grasas (mg/l)	SGS-MAC-ME-01 Rev. 00 (2010). Determinación de Aceites y Grasas según EPA-Método 1664 Revisión A - Modificado
Solidos suspendidos totales (mg/l)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D. 22nd Ed. 2012. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
Sólidos disueltos totales (mg/l)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 22nd Ed.2012. Solids:Total Dissolved Solid dried at 180°C
Nitritos (mg/l)	EPA 300.0; 1993. Determination od inorganic anions by ion Chromatography
Nitratos (mg/l)	EPA 300.0; 1993. Determination od inorganic anions by ion Chromatography
Nitrógeno amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- NH3-D, 22nd Ed. 2012. Amonia - Selective Electrode Method
Sulfatos (mg/l)	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.

PARAMETROS	METODOLOGÍA
Sulfuros (mg/l)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S2 - D, 22nd Ed. 2012. Sulfide. Methylene Blue Method
Fósforo total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B Item 5, E, 22nd Ed. 2012. Phosphorus. Sample Preparation 5. Persulfate Digestion Method. Ascorbic Acid Method
Aluminio (mg/l)	METODO EPA 200.7 CLP-M" "Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometric method for trace element analysis of water and wastes".
Arsénico (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Bario (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Boro (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Cadmio(µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Cobalto (mg/l)	METODO EPA 200.7 CLP-M" "Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometric method for trace element analysis of water and wastes".
Cobre (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Hierro (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Magnesio (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Manganesio (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Mercurio (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Niquel (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Litio (mg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Plomo (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Selenio (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".
Zinc (µg/l)	"METODO EPA 200.8". "Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry".

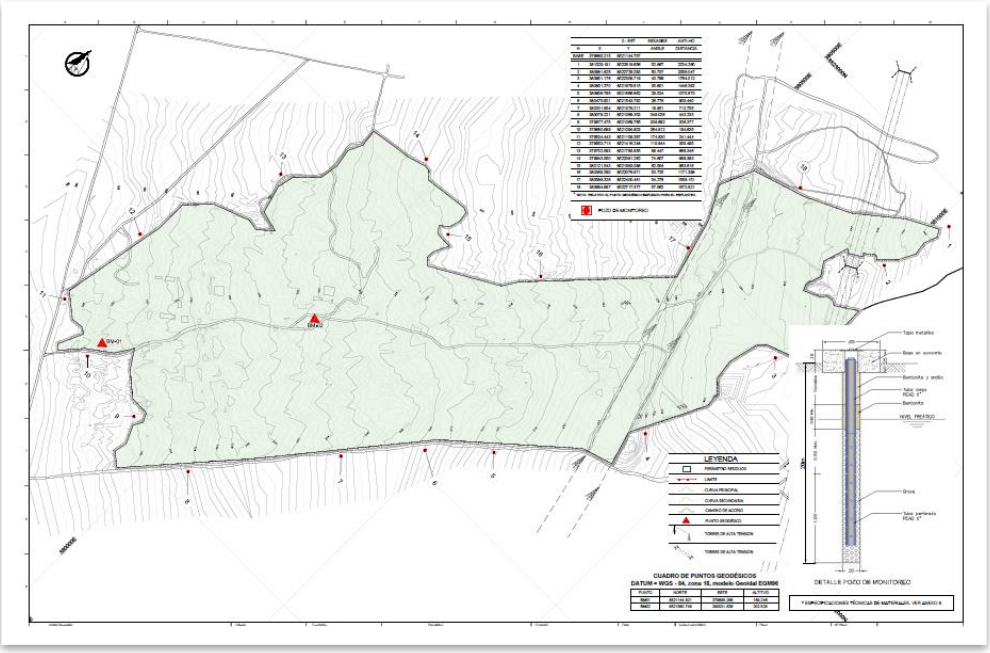
PARAMETROS	METODOLOGÍA
Coliformes fecales (NMP/100 ml.)	SMEWW - APHA-AWWA-WEF 9221E, 21st Ed. 2005;
Coliformes totales (NMP/100 ml.)	SMEWW - APHA-AWWA-WEF 9221B, 21st Ed. 2005;
Enterococcus	APHA AWWA WEF. Part 9230 C-21st Ed. 2005. Approved by SM Committee 2007.

Fuente: Fuente: SGS del Perú S.A.C Services Perú S.A.C..

Tal como se ha explicado, este análisis se debería realizar en el año 0, el años 3, el año 5 y el año 10.

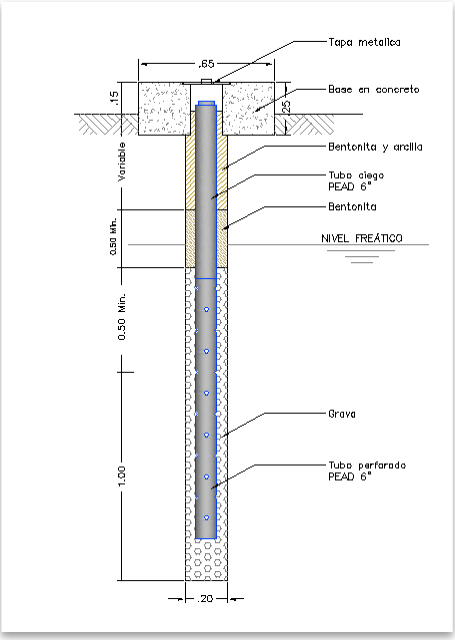
Debido a que el botadero se ubica en la inter-cuenca 137533, la cual es un área que recibe drenaje de otras unidades aguas arriba, provenientes del Rio San Juan (Considerando la categorización según se indica en el enciso 3.3 del artículo 3 del D.S. N° 023-2009-MINAM; para nuestro caso se tomó categoría 3 (categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas Animales), según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA,) cuerpos de agua que luego filtran lentamente hacia el mar de Chincha. En el presente informe, se utiliza los valores ECA como base referencial de comparación de los resultados de las muestras tomadas.

Figura 23. Localización de pozos de monitoreo ambiental



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

Figura 24. Detalle del sondeo de control



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

7.2. Control Post-Clausura

Independientemente del monitoreo ambiental, que es necesario realizar para evidenciar los beneficios de la clausura del botadero, se hace imprescindible realizar periódicamente diferentes controles que permitirán ir supervisando que la alternativa de cierre está funcionando, garantizando que el residuo se va estabilizando y que los contaminantes han dejado de afectar al área del botadero.

7.2.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta final

La causa principal de la rotura o fallos en el sistema de sellado viene provocada por la aparición de asientos diferenciales producidos en la masa de residuos. Por ello es importante realizar el control de los asentamientos producidos, para establecer si son asumibles o no por el sistema de sellado y tomar las medidas correctoras que se estimen oportunas.

Como en el botadero de Pampa Chanchería no existen columnas de residuo o taludes superiores a 5 metros, será suficiente con una inspección visual. Personal capacitado controlará periódicamente (semanalmente en invierno y mensualmente en verano) el estado de la cobertura final con el propósito de identificar grietas y áreas descubiertas debido a los asentamientos diferenciales y por la erosión respectivamente. La presencia del deterioro de la cubierta también representa un problema de infiltración de agua, además de propiciar la migración vertical del biogás a través de caminos preferenciales.

7.2.2. Estabilidad de taludes.

Las condiciones de un botadero recuperado son muy variables y heterogéneas. Durante la etapa de post clausura, la morfología del botadero puede evolucionar por ejemplo en base a los cambios de peso de los residuos sólidos y la cubierta, la humedad, los cambios en la cohesión de los residuos sólidos por la biodegradación o el cambio del ángulo de reposo de los taludes por los asentamientos diferenciales.

Aunque durante la fase de proyecto se lleva a cabo un estudio detallado de la estabilidad de los taludes, los problemas de estabilidad derivados de las condiciones anteriores son imprevisibles. Estos fallos pueden derivar en problemas de afloramiento de los residuos, accidentes a los operarios etc.

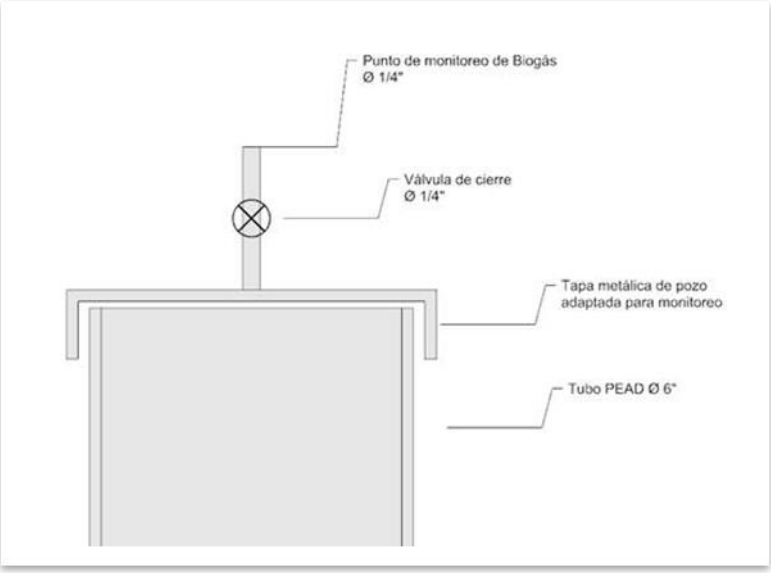
Los taludes construidos en el botadero Pampa Chanchería presentan un coeficiente de seguridad muy alto, lo que unido a la pequeña longitud de dicho taludes hace innecesario adoptar medidas especiales de identificación de inestabilidades, tales como sistemas de monitoreo a base de los testigos, por lo que serán suficiente inspecciones visuales realizadas por personal capacitado, con el objetivo de identificar los posibles problemas de inestabilidad. La periodicidad de las inspecciones será semanalmente en invierno y mensualmente en verano con el objetivo de descubrir grietas o posibles indicadores de deslizamientos.

7.2.3. Monitoreo del biogás

El monitoreo del biogás está principalmente orientado observar cómo va disminuyendo la concentración de metano (CH4) en éste, consecuencia de la estabilización de la materia orgánica contenida en el residuo depositado en el botadero de la estabilización de la materia orgánica.

A pesar de que se ha estimado que se generará una pequeña cantidad de biogás, se contempla la toma de muestras en dos puntos de muestreo construidas, por si fuera posible extraer algo de gas.

Figura 25. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.3. Frecuencia de monitoreos ambientales

En la siguiente tabla, podemos observar la frecuencia con la cual se deberán de hacer los monitoreos en el área recuperada, estos monitoreos fueron acordados con la Dirección general de calidad ambiental del Ministerio del Ambiente:

Tabla 33. Frecuencia de monitoreos Ambientales

ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ECA Suelos			X		X					X
ECA Aire			X		X					X
Analítica Biogás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.4. Costos de los monitoreos ambientales

A continuación se presenta una tabla con los costos de monitoreo ambiental para la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 34. Costo de monitoreos Ambientales

Monitoreo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
ECA Suelos			S/. 12,400.00		S/. 12,400.00					S/. 12,400.00
ECA Aire			S/. 9,400.00		S/. 9,400.00					S/. 9,400.00
Analítica Biogás	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Viáticos			S/. 3,600.00		S/. 3,600.00					S/. 3,600.00
Total	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 27,400.00	S/. 2,000.00	S/. 27,400.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 27,400.00

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.5. Manejo de datos – informe de seguimiento y control

Todos los datos que se obtengan de la analíticas deberán ser adecuadamente confirmados y controlados para asegurar que pueden ser utilizados con confianza. Para ellos se archivará el tipo, instalación y localización de los sondeos, piezómetros, se identificarán los equipos utilizados, las muestras y los resultados de los análisis.

Las muestras recogidas pueden verse afectadas por contaminación debido a las suciedad de los equipos, perdidas de constituyentes volátiles por cambios de presión y/o agitación y conservación inadecuada de las muestras. Es necesario que el diseño del muestreo y análisis incluya los procedimientos y técnicas para la recogida de muestras, la conservación de éstas y los procedimientos de análisis. Dado el nivel de capacitación de este tipo de muestreo, se recomiendo que sea realizado directamente por técnicos de las empresas o laboratorios que realizarán las analíticas, pues es personal ya acostumbrado y capacitado para la toma y manejo de muestras con garantía.

Se deberá realizar un informe con cada una de las campañas de muestreos, incluyendo resultados, metodología, equipos, informe del laboratorio y el histórico de los muestreos anteriores, para poder visualizar la evolución de todos los parámetros.

Este informe se deberá remitir a la Dirección General de Calidad Ambiental para su control.

7.6. Final de los monitoreos y controles

Tal y como se ha explicado, el final del monitoreo ambiental del se establece a los 10 años, pues ese ha sido el horizonte que se ha establecido para el Proyecto; ese será el momento en el que se deberá de evaluar los beneficios del proyecto ,valorando la disminución de la contaminación del área afectada durante este periodo.

A pesar de que el horizonte del Proyecto esté establecido a 10 años, se debe recordar que hay la obligación de mantener el programa de operación, mantenimiento y los controles, tanto para verificar la no existencia de contaminantes que puedan afectar al medio así como para obtener indicadores que permitan mejorar la Norma.

8. PARTICIPACIÓN PUBLICA

8.1. Análisis de involucrados

Actualmente la Provincia de Chincha cuenta con un proyecto de inversión pública cuyo objetivo central es lograr una adecuada gestión integral de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chincha a través de un conjunto de acciones orientadas a mejorar, en forma conjunta, los servicios de barrido, recolección, transporte, reaprovechamiento y disposición final, y así garantizar el bienestar de la población afectada por el problema identificado y denominado fase 1.

Dicho proyecto de inversión pública contempla mejorar y ampliar la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha.

El Ministerio del Ambiente en alianza con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) coordina la ejecución del servicio de consultoría que formulará los proyectos de inversión pública para cerrar trece botaderos, como parte del Programa de Clausura y Recuperación de Áreas Degradas por Residuos Sólidos en el país, la cual se ha denominado como fase 2 y que beneficiara la misma cantidad de municipios de la fase 1; para este caso específico la Provincia de Chincha será beneficiada con esta iniciativa.

Para mayor detalle ver el *anexo 2 (Lineamientos de intervención social)* del presente documento.

8.2. Metodología desarrollada

En la metodología de desarrollo de proyectos en el marco del sistema nacional de proyectos de inversión pública del país, no se pudo ubicar como referencia una metodología específica para proyectos de recuperación de áreas degradas por residuos sólidos; en tal sentido se ha utilizado como referencia la guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de limpieza pública, a nivel de perfil. La citada guía establece la metodología en el módulo 3 y la complementa con el anexo 06, donde también hace una referencia al tipo de informe y su estructura que debe ser presentado como sustento del trabajo realizado.

Explicado ello, el diagnóstico o análisis de los involucrados, tiene por propósito analizar las formas de cómo cada sector de la población, sector de usuarios o zona geográfica del o los centros poblados, se ven afectados por la situación negativa existente y lo manifiesten de una manera participativa y democrática; además, este diagnóstico permite conocer qué sectores de la población son los más afectados con la situación actual, cuáles son sus intereses y niveles de influencia para la solución del problema. Igualmente, analizar a las entidades públicas y/o privadas que podrían apoyar en la ejecución del proyecto y en la posterior operación y mantenimiento.

Para el presente diagnóstico o análisis de involucrados se planifico ejecutar una metodología participativa que consta de los siguientes instrumentos explicados en el siguiente cuadro:

Tabla 35. Análisis de involucrados. Metodología participativa

Instrumento	Propósito
Entrevistas no estructurada a	En la primera visita de campo se visitó el área del botadero a clausurar y en las oficinas de la municipalidad se realizó una reunión con los funcionarios a cargo

funcionarios municipales	de la disposición final de los residuos sólidos, para recoger información relacionada al proyecto.
Taller de involucrados	Taller convocado por la municipalidad, donde invita a todos los actores involucrados pre identificados; o que podrían tener algún interés con el proyecto, ya sea con el problema o su solución. El taller consta de dos partes una expositiva y otra de trabajo grupal. Su objetivo es entregar información sobre el proyecto y retroalimentar la información con los aportes de los asistentes. Se desarrolló dos trabajos grupales: Identificación de problemas e identificación de involucrados clave.
Encuesta de percepción dirigida a los asistentes al taller	Encuesta estructurada, que recoge la opinión o percepción de las personas asistentes al taller sobre el problema o solución que pretende abordar el proyecto.
Entrevista estructurada a involucrados clave	Dentro de la metodologia empleada para realizar un adecaudo diagnóstico o análisis de involucrado se considero la aplicacion de entrevistas estructuradas a los involucrados clave identificados en el taller, cuyo propósito principal es la de informarles y conocer la opinión y compromiso que asumirá su institución que se vincula de alguna forma con el proyecto.
Monitoreo de 7 días del botadero	Se consideró monitorear el botadero por siete dias para registrar en unos formatos preparados todas las incidencias que ocurrian en el area, que usuarios ingresaban y que actividades relizaban, ademas de comprobar la existencia de segregadores y empadronarlos.
Trabajo de gabinete	Luego de la visita en campo se sistematizó la información recopilada y se reviso la documentación existente sobre e proyecto de la fase uno que considera la ejecución de un sistema integral de residuos solidos.

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.3. Identificación de los involucrados

En el trabajo desarrollado se ha podido identificar a los siguientes involucrados, el cual detallamos en el siguiente cuadro según su tipo de involucramiento con el proyecto.

El análisis desarrollado ha permitido identificar a los involucrados afectados por el problema y su solución, el cual se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 36. Involucrados afectados por el problema

Involucrado	Problema	¿Cómo se identificó el problema?
Gobierno Regional de Ica	Deterioro de la calidad ambiental de su jurisdicción	Se identificó en la revisión de información secundaria
Sector Salud DIRESA	Percepción negativa de la población que aduce que hay un Incremento de enfermedades derivadas de la contaminación del ambiente	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Municipalidad Provincial de Chincha	Inadecuado manejo y operación del área de disposición final de los residuos sólidos municipales en su jurisdicción	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Gobernación de Chincha	Inexistencia de una adecuada infraestructura de disposición final de residuos sólidos	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
UGEL	Desconocimiento de los riesgos ambientales asociados a la inadecuada disposición final de los residuos, insuficiente cultura y educación ambiental	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Población	Disconformidad por el servicio de limpieza pública que brinda la municipalidad y en especial con la existencia del botadero	Se identificó en el taller de involucrados
Segregadores en el botadero	El cierre del botadero descontinuara sus actividades de segregación de residuos en el botadero	Monitoreo de 7 días y empadronamiento de recicladores en el botadero

Fuente: Diagnóstico de impacto social del proyecto

Tabla 37. Involucrados afectados por la solución

Involucrado	Problema	¿Cómo se identificó el problema?
Población colindante con la vía de acceso	Exposición temporal a tráfico de vehículos de maquinaria pesada durante la etapa de clausura del botadero	Se identificó en el taller de involucrados
	Exposición temporal a material particulado (polvo), durante la etapa	

	de clausura del botadero, movimiento de tierras	
Segregadores en el botadero	Una vez cerrado el botadero no podrán segrega residuos y afectara su situación económica temporal	Monitoreo de 7 días y empadronamiento de recicladores en el botadero

Fuente: Diagnóstico de impacto social del proyecto

8.4. Identificación de beneficiarios

Los beneficiarios del presente proyecto, es la misma población proyectada al año 2017 por el PIP de Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Chincha Alta y Ampliación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos de las Ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, SUNAMPE, Chincha Baja y Tambo de Mora de la Provincia de Chincha - Ica. (Fase 1).

A continuación se detalla en la siguiente tabla una comparación de beneficiarios del presente proyecto en relación al proyecto de la primera fase.

Tabla 38. Población beneficiaria de la primera fase del proyecto de gestión integral de residuos solidos

Alcance	Tipo de proyecto	Beneficiarios proyectados al año 2017
Población beneficiaria	PIP gestión integral de residuos sólidos (fase 1)	199038(*)
	PIP recuperación de área degradada por residuos sólidos (fase 2)	199038(*)

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

8.5. Percepción de los involucrados

Dado que durante el proceso del desarrollo del proyecto es de gran importancia la participación plena de la población y sus autoridades, se ha realizado un estudio social y un proceso de participación ciudadana en la localidad de Pueblo Nuevo, confirmando el interés y prioridad que tienen los actores locales respecto a la problemática de los residuos sólidos.

Para este trabajo de indagar sobre la percepción de los involucrados realizo las siguientes actividades:

A. Taller de involucrados participativo donde asistieron 68 personas y se formaron grupos de trabajo.

B. En el mismo taller durante su desarrollo se aplicó una encuesta a los asistentes de las cuales se tiene 49 encuestados.

C. Posteriormente se desarrolló 16 entrevistas a los involucrados clave locales, considerados en el proyecto.

D. Adicionalmente se realizó un monitoreo del botadero por 7 días, donde se recogió información y opinión de los recicladores en el botadero identificándose a 48 personas.

8.6. Resumen del taller de involucrados

El taller se realizó el 30 de enero del 2015, con una participación de 68 personas en una sola sesión que se dividió en grupos de trabajo, donde se identificó participativamente con los asistentes los problemas asociados con el botadero para luego sistematizarlos e incluirlos en la construcción del árbol de problemas, identificando posibles conflictos y alternativas de solución, además se priorizó la identificación de involucrados clave que pudieron haber sido obviados en la pre identificación realizada.

Tabla 39. Descripción del tipo de participantes en el taller

Grupo	Cantidad
Alcaldes	2
Regidores	4
Funcionarios y empleados municipales	20
Periodistas	2
Representantes de otras instituciones públicas	11
UGEL Chincha	1
MINAM	1
Recicladores	18
OEFA Ica	2
Representantes de la población y organizaciones vecinales	7
TOTAL DE ASISTENTES	**68**

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.7. Resumen de la encuesta aplicada en el taller de involucrados

La encuesta fue aplicada el mismo dia del taller de involucrados y se desarrollo con el total de asistentes presentes en ese momento, que tuvo como resultado 44 encuestados. A continuación se presenta un resumen por cada una de las preguntas que se hizo en la encuesta:

- El 39% de los participantes en el taller de involucrados refirió que asistió en representación de una institución local y el 61% lo hizo a título personal.

- El 67% de los asistentes al taller no está de acuerdo con que los residuos se arrojen en un botadero; sin embargo, un significativo 33% evidencia que la población tiene una percepción aceptable con el actual funcionamiento del botadero de la ciudad.

- El 94% de los asistentes al taller considera que el mejor lugar para disponer los residuos es un relleno sanitario. Ello refleja que se ha entendido las características y diferencias que hay entre un botadero y relleno sanitario.

- El 47% de los asistentes al taller asocia la existencia del botadero con problemas que afectan a la salud de las personas y también al ambiente. El 31% refiere que solo es un problema de contaminación ambiental.

- Para el 41% de los asistentes al taller, la causa principal por la existencia del botadero se debe a que hay un gran desinterés de la municipalidad, autoridades locales y de la misma población y 0tro 41% percibe que es un tema de falta de recursos en la ciudad.

- El 74% de los asistentes al taller percibe como característica más negativa la descomposición de la basura que puede contaminar el suelo y el agua.

- El 100% de los asistentes al taller está a favor del cierre del botadero.

- El 45% de los asistentes al taller considera que la responsabilidad de su atención debe ser de la población y sus autoridades; pero el 39% considera que el problema debe ser atendido solo por la municipalidad.

- El 51% de los asistentes al taller considera que el área recuperada del botadero noi se destine para otros usos, pero un importante 49 % considera que si se le debe dar otro uso. Esto amerita trabajar con mayor claridad que otros usos se puede dar aun área clausurada o recuperada por la existencia de residuos sólidos.

- El 82% de los asistentes al taller manifestó estar muy comprometido con la solución; pero un 12% refiere que asumiría una postura medianamente comprometida Esta respuesta de los encuestados corrobora que existe un alto nivel de sensibilización frente al problema y que están dispuestos a asumir compromisos.

- El 29% de los asistentes al taller manifestó contribuir con el proyecto asistiendo a los talleres y reuniones; pero un significativo un 23% considera que sería suficiente apoyando al municipio o asistiendo a los talleres y reuniones para estar informados.

8.8. Resumen de la entrevista involucrados clave

Dentro de la metodologia empleada para realizar un adecaudo diagnóstico o análisis de involucrado se consideró la aplicación de entrevistas estructuradas a los involucrados clave identificados en el taller, cuyo propósito principal es la de informarlos sobre la realización del proyecto; además de conocer su opinión y compromiso que asumiría la institución que representa y que se vincula de alguna forma con el proyecto.

Resultado de las entrevistas:

- Se realizaron 16 entrevistas.
- Hubo 109 respuestas positivas de un total de 112 preguntas, que favorecen positivamente al proyecto.
- Hubo 03 respuestas ofrecidas por los entrevistados que se manifestaron de manera negativa para el proyecto.
- En tal sentido podemos concluir que la corriente de opinión de los líderes de opinión local, es favorable para la realización del proyecto.

8.9. Resumen del monitoreo de 7 días del botadero y encuesta a los recicladores

Como parte de la metodología de diagnóstico se empleó un monitoreo del botadero por siete días, que consistió en registrar en base a un formato las actividades que se realizan en un botadero; además de empadronar a los recicladores que se identificarán durante ese periodo de tiempo y con la información recopilada determinar el impacto que generaría el proyecto en este aspecto social.

Para una mejor identificación y diagnóstico de las actividades que se realiza en el botadero se optó como metodología del estudio de campo emplear un formato que pudiese registrar en líneas generales las actividades propias de un botadero para luego cuantificarlas.

A continuación se presenta un cuadro con los datos más relevantes del monitoreo realizado en el botadero:

- En el botadero de Pampa de Ñoco se observó la presencia de recicladores todos los días.
- Los recicladores que realizan sus actividades en el botadero cuentan mayormente con grado de instrucción de primaria incompleta y secundaria incompleta.
- El mayor porcentaje de los recicladores encuestados mencionaron que cuentan con familiares que dependen económicamente de ellos y que sólo el 50% de los recicladores menciona que sus familiares se dedican también a esta actividad.
- Los recicladores dedicados a la actividad del reciclaje viven en su mayoría en la ciudad.

- Con respecto a los años dedicados al reciclaje en el botadero el 44% de los encuestados tiene menos de 6 meses trabajando en ésta actividad y que en muchos de los casos es su actividad principal.

- Los recicladores dedicados al reciclaje en el botadero perciben el 71% ingresos entre S/. 200.00 a S/. 699.00 soles mensuales y lo gastan mayormente en alimentación y otros.

- Según la encuesta el 73% de los recicladores mencionan que si se cierra el botadero no afectaría económicamente sus ingresos personales y familiares, a pesar de que el 27% indica que si le afectaría.

8.10. Identificación de posibles conflictos

A continuación se presenta un cuadro con la lista de posibles conflictos que puede presentarse en la etapa de inversión, operación y mantenimiento del proyecto y que fueron recogidos por expresión de los asistentes al taller de involucrados durante el desarrollo de los grupos de trabajo y de las entrevistas estructuradas a los involucrados clave. A continuación se muestra en las siguientes tablas un listado de los posibles conflictos que pueden presentarse en ambas etapas del desarrollo del proyecto:

Tabla 40. Posibles conflictos en la etapa de inversión

Posible Conflicto	Actores	Mitigación
Oposición al cierre del botadero por ser un ingreso económico para su familia	Segregadores en el botadero, la municipalidad y la empresa que realice la obra	Se prevé un programa de Inclusión social de los recicladores en actividades de formalización y capacitación en habilidades y competencias alternativas.
Expectativa de empleo	Entre pobladores, la municipalidad y la empresa contratista	Promocionar la Contrata de mano de obra local sobre todo al personal de mano de obra no calificada

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tabla 41. Posibles conflictos en la etapa de operación y mantenimiento

Posible Conflicto	Actores	Mitigación
Percepción de la población que el estado no cumple lo que promete	Entre pobladores y la municipalidad	

Percepción que no se está realizando un buen trabajo y se sigue contaminando		Actividades de supervisión por parte de las entidades involucradas y Beneficiarios

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.11. Mecanismos de Participación Ciudadana a desarrollar

8.11.1. Talleres informativos

Se realizara talleres participativos para población con la finalidad de exponer que se viene realizando los estudios técnicos y ambientales en el marco del proyecto para Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica. En este taller informativo asistirán los especialistas sociales del equipo técnico para socializar de forma sucinta que actividades se desarrollarán, además se tendrá que levantar una serie de información primara a través de encuestas, entrevistas y fichas de observación, formatos que se aplicarían a líderes y dirigentes locales, además de algunos pobladores, por tratarse de una zona que se ubica en el área de influencia indirecta del proyecto.

Los comuneros y sus representantes deberán expresar a los especialistas todas las opiniones y comentarios de preocupación e inquietudes por la propuesta de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica. En esta reunión se brindará de correcta y adecuadamente la información en referencia a las características y condiciones del relleno sanitario para evitar generar un escenario de conflicto social además de las percepciones de las diversas comunidades y/o sectores.

8.11.2. Reuniones de información y consulta.

Es necesario organizar reuniones garantizando la participación de las comunidades, con el objetivo de escuchar sus opiniones, expectativas y concertar acciones conjuntas en beneficio del proyecto.

8.11.3. Encuestas de opinión.

Se deberán de realizar encuestas de percepción a la población para poder obtener una serie de datos estadísticos los cuales nos servirán como indicadores de resultados obtenidos a causa de los talleres y reuniones realizadas.

8.11.4. Entrevistas de percepción y observación directa.

Esto proporcionara una serie de datos (insumos) cualitativos que nos permite una aproximación al contexto social y reconocer algunas particularidades la información que se facilite debe ser interpretada en su contexto y requiere ser validada para ser representativa.

8.11.5. Acceso de la población a resúmenes ejecutivos y al contenido del análisis ambiental.

Las Autoridades locales, líderes, dirigentes y personas interesadas en el proyecto deben poder acceder a resúmenes ejecutivos, estudios y contenidos; es cierto que puede haber información sólo de uso y conocimiento interno, pero cuando se trata de datos de contexto socio-ambiental los contenidos deben ser públicos y de fácil acceso. Poner trabas o volver engorroso este proceso resta credibilidad a toda gestión, liderazgo y posicionamiento institucional, condiciones que son indispensables para llevar adelante un proyecto para el manejo integral de residuos sólidos, que de por sí genera desconfianza en la población por el temor de contaminación ambiental.

8.11.6. Buzón de sugerencias, quejas, reclamos o agravios

Se deberá de implementar un Sistema de Atención de Solicitudes, Quejas, Reclamos, y Sugerencias del proyecto, cuya finalidad es dar atención y respuesta oportuna a las demandas de información o reclamos de los actores sociales para una gestión transparente, incorporación de cambios o modificaciones para una mejor implementación de la propuesta, y sobre todo la prevención de conflictos.

Este procedimiento de quejas y reclamos es una gran oportunidad para la prevención de conflictos sociales, anticipar posibles escenarios de confrontación entre los gestores de un proyecto y actores locales, llámese comunidades; pues siempre habrá un choque de ideas e intereses particulares, lo que no quiere decir que una de las partes es intransigente o busca un resultado de "ganar-ganar" como parte de toda negociación.

Lo que ocurre es que cada grupo social tiene una opinión que emitir y muchas veces no encuentra los espacios de participación ciudadana donde argumentar un cuestionamiento o simplemente solicitar una aclaración respecto a una iniciativa de desarrollo, que ciertamente presenta un mayor nivel de resistencia cuando se trata de una obra de estructura, básicamente por el tema medio ambiental.

Es importante asegurar que toda solicitud presentada emita una respuesta al ciudadano en el plazo más breve, tal vez el reclamo o queja no proceda para cambiar un ítem de la propuesta, pero lo mínimo que se debe hacer son explicar las razones que argumentan un punto o criterio del proyecto, citar algunos ejemplos y experiencias exitosas, y mostrar escenarios con y sin un manejo integral de residuos sólidos.

Por otra parte, un buzón de Información y Recepción de Consulta permanente es un medio útil para conocer la percepción de los actores sociales involucrados; no obstante, este mecanismo de atención al ciudadano debe posicionarse como un espacio al servicio de aquellos que normalmente no pueden

ejercer su derecho a la libre opinión. Tal vez esta opinión no se base en criterios técnicos o ambientales, pero tal vez se trate de un cuestionamiento fundado en experiencias pasadas y acuerdos no cumplidos, que nos pueden dar indicios de un contexto social algo reticente por una gestión anterior poco comunicativa, dialogante y concertadora.

8.11.7. Visitas guiadas al área de instalaciones del proyecto.

Esta iniciativa es muy importante, organizar visitas guiadas a las instalaciones del proyecto permitirá demostrar, como se dice, en vivo y en directo, que se vienen cumpliendo todos los criterios técnicos y ambientales que se anunciaron durante la fase previa a la implementación del proyecto.

Será necesario que se programen estas visitas una vez que ya se este operando el area recuperada, primero para demostrar que lo dicho durante las fases previas era cierto, no se está incumpliendo algún criterio de seguridad, y la protección del medio ambiente es de interés primordial; y segundo, que se pueden organizar pasantías para que representantes de otras regiones interesados en esta tecnología conozcan una experiencia exitosa, la comenten y sobre todo se convenzan que la recuperación de areas degradadas, es primordial en nuestro pais por la cantidad de botaderos que se tienen en el pais.

8.11.8. Monitoreo participativo.

Ya se tuvo una primera experiencia de monitoreo participativo durante los estudios de campo en Chincha, allí se dijo que era importante continuar con estas iniciativas y convocar a un mayor número de representantes comunales, para que puedan dar testimonio que las acciones realizadas cumplen una serie de medias técnicas para los muestreos de aire, ruido y agua.

En este sentido, como resulta poco didáctico que estos monitoreos basales se hagan frente a un grupo demasiado numeroso, porque se pierde la explicación y hace difícil que todos puedan ver de cerca la metodología para la toma de muestras; la opción es que se formen Comités de Vigilancia Ciudadana, que cada cierto tiempo soliciten a los operadores del proyecto que cuando se realicen monitoreos y demás estudios que determinen que se han reducido los niveles de contaminación ambiental, con el objetivo de demostrar el estado previo y posterior al funcionamiento del area recuperada.

Estos comités de vigilancia serán los ojos y oídos de las comunidades que viven adyacentes al terreno, siempre que lo soliciten y previa coordinación, se les debe convocar para que participen de toda actividad orientada a garantizar el cumplimiento de estándares ambientales, facilitándoles de manera oportuna los resultados de cualquier muestreo que se haga, a través de los medios más adecuados para que la información proporcionada sea de fácil entendimiento para aquellos que no son profesionales o conocedores del tema

9. SEGURIDAD Y SALUD

Para la etapa de inversión y la etapa de operación y mantenimiento del proyecto de "Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica", hemos definido un manual de seguridad y salud (Anexo 1) donde se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para mitigarlos, reducirlos o eliminarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la obra, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de obra descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito en los manuales de seguridad y salud, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

- Se ha ubicado y localizado de manera adecuada el espacio geográfico donde se desarrollara el proyecto esto nos sirvió para determinar las características físicas y biológicas del medio y del área de influencia, se ha identificado a la población del área de influencia del proyecto, sus características económicas sociales y culturales toda esta información nos sirvió para evaluar cuáles serán los posibles impactos negativos y positivos del proyecto a ejecutar.

- Se ha identificado el marco legal y regulatorio del proyecto a ejecutarse esto nos sirve para determinar cuáles son las responsabilidades, obligaciones deberes y derechos de los entes involucrados (autoridades nacionales, locales y población).

- Se han reconocido los impactos positivos y negativas del proyecto en todas sus etapas podemos llegar a concluir que los impactos negativos más importantes al ambiente durante toda la etapa de vida del proyecto solo afectaran a la calidad del aire (partículas en suspensión, gases y ruidos), un cambio en el estilo de vida por el tráfico o molestias en el transito normal de los peatones, por otro lado la obra generara un impacto positivo medio debido a la creación de

puestos de trabajo local, y a la seguridad e higiene de los trabajadores de obra y operación por riesgos propios de las actividades de construcción y monitoreo del área recuperada.

- Se puede concluir que los impactos positivos de esta obra a largo plazo sobresalen sobre cualquier impacto negativo de corto plazo (obra u operación) que pudiera generar esta misma, sobre todo, porque tenemos que recordar que la obra trata de la recuperación de un área degradada por residuos sólidos la cual su objetivo final es generar un estado de resiliencia del medio afectado por residuos sólidos. Impactos positivos como: Mejora de la calidad de los suelos, prevención de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, mejora de la calidad del aire, recuperación de la belleza paisajística del lugar, los residuos confinados dejaran de afectar a la salud de las personas que viven en el área de influencia del botadero además mejorara la calidad de vida de los pobladores circundantes al área.

- Se han definidos los medidas de mitigación de las posibles impactos negativos generados por la obra resulta en gran medida abarca de la combinación acertada de una serie de acciones (operacionales y complementarias) a fin de garantizar un adecuado desarrollo del proyecto, sin perjuicio del ambiente y la salud de la población.

10.2. Recomendaciones

- Las medidas de mitigación de impactos propuestas deben ser cumplidas de carácter obligatorio para poder reducir, o eliminar cualquier impacto negativo posible de la obra a ejecutar, además En cualquier caso, todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a involucrados en el proyecto.
- Se recomienda la realización de talleres con todos los entes involucrados para difundir el presente informe de análisis ambiental y que se haga de conocimiento público para que la gente sepa de los beneficios para la población y el medio ambiente que del presente proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica.

11. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERÍA" SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento:	MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD – ETAPA DE INVERSION
Titular:	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)
Emplazamiento:	Lima, Perú
Referencia:	00950
Fecha	02 de Abril del 2016

Contenido

1. Objetivo del Manual de Seguridad y Salud 6

2. Marco legal y normativo 6

3. Descripción de la obra 8

3.1. Unidades constructivas 8

3.1.1. Obras preliminares 8

3.1.2. Movimiento de tierras. 8

3.1.3. Sellado del área con tierras de la zona. 8

3.1.4. Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico. 8

3.2. Plazo de ejecución de la obra. 9

4. Estudio de riesgo y medidas preventivas 9

4.1. Riesgo y medidas preventivas en Obras preliminares. 9

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Movimiento de tierras. 10

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Sellado del área con tierras de la zona. 11

4.4. Riesgo y medidas preventivas en Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico 12

4.5. Riesgo y medidas preventivas en Maquinarias 12

4.6. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas 15

5. Equipos de protección personal (EPP) 15

6. Protecciones colectivas 17

6.1. Señales de seguridad: 18

6.2. Señales normalizadas de tráfico, paneles direccionales, , conos, balizas luminosas: 18

6.3. Cinta de seguridad: 18

6.4. Brigada de Seguridad: 18

6.5. Plataformas de trabajo: 18

6.6. Extintores: 18

7. Formación y medicina preventiva. 18

7.1. Formación e Información. 18

7.2. Medicina Preventiva 19

7.2.1. Botiquines 19

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios 19

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado 20

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado 20

8. Disposiciones mínimas generales para disminuir los riesgos en el predio. 24

8.1. Estabilidad y solidez 24

8.2. Instalaciones de suministro y reparto de energía 24

8.3. Vías y salidas de emergencia 24

8.4. Detección y lucha contra incendios 25

8.5. Ventilación 25

8.6. Exposición a riesgos particulares 26

8.7. Temperatura 26

8.8. Iluminación 26

8.9. Puertas y portones 26

8.10. Vías de circulación y zonas peligrosas 27

8.11. Muelles y rampas de carga 27

8.12. Espacio de trabajo 28

8.13. Primeros auxilios 28

8.14. Servicios higiénicos 28

8.15. Locales de descanso o de alojamiento 29

8.16. Disposiciones varias 29

9. Conclusiones 29

10. anexos 31

1. OBJETIVO DEL MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente manual de "Seguridad y salud" tiene por objetivo establecer, durante la etapa de inversión (construcción de obra) las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones y equipos preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

2. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

A nivel nacional contamos con la "LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO" ley N° 29783, dada en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil once por el Presidente Constitucional de la República Ollanta Humala Tasso dicha ley se encuentra reglamentada por el decreto supremo Nº 005-2012-TR.

Ley cuyos principios son:

I. PRINCIPIO DE PREVENCIÓN

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

II. PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia de el, conforme a las normas vigentes.

III. PRINCIPIO DE COOPERACIÓN

El Estado, los empleadores y los trabajadores, y sus organizaciones sindicales establecen mecanismos que garanticen una permanente colaboración y coordinación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

IV. PRINCIPIO DE INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Las organizaciones sindicales y los trabajadores reciben del empleador una oportuna y adecuada información y capacitación preventiva en la tarea a desarrollar, con énfasis en lo potencialmente riesgoso para la vida y salud de los trabajadores y su familia.

V. PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRAL

Todo empleador promueve e integra la gestión de la seguridad y salud en el trabajo a la gestión general de la empresa.

VI. PRINCIPIO DE ATENCIÓN INTEGRAL DE LA SALUD

Los trabajadores que sufran algún accidente de trabajo o enfermedad ocupacional tienen derecho a las prestaciones de salud necesarias y suficientes hasta su recuperación y rehabilitación, procurando su reinserción laboral.

VII. PRINCIPIO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

El Estado promueve mecanismos de consulta y participación de las organizaciones de empleadores y trabajadores más representativos y de los actores sociales para la adopción de mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo.

VIII. PRINCIPIO DE PRIMACÍA DE LA REALIDAD

Los empleadores, los trabajadores y los representantes de ambos, y demás entidades públicas y privadas responsables del cumplimiento de la legislación en seguridad y salud en el trabajo brindan información completa y veraz sobre la materia. De existir discrepancia entre el soporte documental y la realidad, las autoridades optan por lo constatado en la realidad.

IX. PRINCIPIO DE PROTECCIÓN

Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas que les garanticen un estado de vida saludable, física, mental y socialmente, en forma continua. Dichas condiciones deben propender a: a) Que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro y saludable. b) Que las condiciones de trabajo sean compatibles con el bienestar y la dignidad de los trabajadores y ofrezcan posibilidades reales para el logro de los objetivos personales de los trabajadores.

A nivel internacional se tiene por la norma OHSAS 18001 es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar, evaluar, administrar y gestionar la salud ocupacional y los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. El manejo de riesgos antes que un gasto es una inversión.la OHSAS 18001 requiere que las empresas se comprometan a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con sus actividades, así como a mejorar de forma continuada como parte del ciclo de gestión normal. La norma se basa en el conocido ciclo de sistemas de gestión de planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) y utiliza un lenguaje y una terminología familiar propia de los sistemas de gestión.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Las obras objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consisten en la ejecución de la Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica.

3.1. Unidades constructivas

3.1.1. Obras preliminares

Los trabajos de clausura del botadero "Pampa Chanchería" considera la limpieza de todo el contorno del botadero, incluyendo los residuos dispersos por acción del viento, este paso incluye el retiro de vegetación tanto arbustiva como arbórea en las áreas a trabajar, para evitar que las plantas pudieran dañar causar algun tipo de accidente liberando el área de trabajo.

También se delimitara el área a trabajar, colocación de cartel de obra, instalación de la caseta de campamento/guardianía, traslado de maquinaria pesada a usar en la construcción de la obra, aprovisionamiento del agua y manejo de aguas residuales mediante uso de baños portátiles.

3.1.2. Movimiento de tierras.

Se realizara cortes y relleno de tierras para establecer la configuración del área a recuperar, para ello se tomara en cuenta los taludes determinados en el estudio de estabilización de taludes.

3.1.3. Sellado del área con tierras de la zona.

Capa de cobertura conformada por tierras de lugar el cual servira para que los residuos queden totalmente aislados y cumple con los criterios de diseño, igualmente permite que el botadero quede integrado en el medio si causar impactos relevantes ni visuales ni medioambientales.

3.1.4. Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico.

Vía de acceso al área recuperada La adecuación del acceso requiere los siguientes movimientos de tierras.

- Terraplenado y regularización del terreno: 652.74 m^3

Cerco perimetral y puerta de acceso: El recinto se cerrará por un cerco de altura mínima de 1,8. El cerco perimetral aislará la superficie restaurada del resto de infraestructuras adyacentes, limitando el acceso

de cualquier persona no autorizada, al igual que impedirá el acceso de animales y vehículos que puedan dañar las infraestructuras construidas.

3.2. Plazo de ejecución de la obra.

El plazo de ejecución de la obra es de 4 meses.

4. ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Reconoceremos los riesgos que pueden existir en cada una de las actividades de la obra y también determinaremos qué medidas se pueden tomar para prevenir cualquier accidente.

4.1. Riesgo y medidas preventivas en Obras preliminares.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Atropellos, golpes, vuelcos de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspension de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio de la explanación con el fin de describir accidentes importantes del suelo, objetos, etc. que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.
- Los árboles, de existir e interferir los trabajos, deben ser talados mediante moto-sierras. Una vez talados, mediante anclajes al escarificador, se puede proceder sin riesgo al arranque de la raiz, que deberá realizarse a marcha lenta para evitar el "tirón" y la proyección de objetos al cesar la resistencia.
- La maleza debe eliminarse mediante una hoz o siega y se evitará la quema de maleza.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar antes durante y despues de la excavación.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

- Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a los bordes de excavación.
- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, o ripios todos los charcos de lodo, baches o huecos a causas de la circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Movimiento de tierras.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Desprendimientos de tierras dentro del radio de acción de las máquinas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Caídas del personal desde los frentes de excavación.
- Inundaciones.
- Emanación de gases nocivos, ó tóxicos.
- Vuelco de la coronación de los taludes por sobrecarga.
- Vuelco de la coronación de los taludes por vibraciones al transitar próximos vehículos o máquinas.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se protegerá con cinta de seguridad los bordes de la excavación, ubicándolas a un mínimo de 1 m. del corte superior.
- No se producirán cargas ni sobrecargas en el espacio de 2 m. medido desde el borde de corte superior hacia el terreno para evitar deslizamientos o vuelcos de los taludes.
- El frente y paramentos laterales de cada excavación serán inspeccionados como mínimo dos veces durante la jornada por el responsable de Obra o Encargado General, quienes al notar deficiencias en el terreno deberan de comunicarlo. En caso de urgencia adoptarán los medios de protección (apuntalamiento o entibación) necesarios.
- Las entibaciones urgentes se ejecutarán siguiendo la directriz expresa de la Dirección de Obra; el Jefe de Obra, en caso de evidente necesidad o ausencia de ésta; pondrán en práctica la solución adoptada, una vez conocidos los hechos que la originaron.
- Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un riesgo, pese a la realización de apuntalamientos y entibaciones. Redes tensas sobres los

taludes actuarán perfectamente con este fin, al retener embolsando los desprendimientos de primera fase; actuarán como avisadores.

- Se prohíbe que circule personal dentro del radio de acción de las maquinas de excavación siempre que estén en funcionamiento.
- El acceso de los vehículos y personas al fondo de la excavación no será el mismo. Si por necesidad de operatividad no se pudiese hacer independiente, el de personal se protegerá con una valla y señalización de peligro, atendiéndose con mayor cuidado el estado de taludes y suelo.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Sellado del área con tierras de la zona.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel (escaleras, plataformas, etc.).
- Generación excesiva de polvo.
- Proyección de partículas durante el trabajo.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

b. Normas o medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Durante los trabajos en altura no deben encontrarse otros operarios a niveles inferiores.
- Se prohíbe que circule personal dentro del radio de acción de las maquinas de excavación siempre que estén en funcionamiento.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.4. Riesgo y medidas preventivas en Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Heridas en extremidades por los tubos o vigueta de madera.
- Desplome de cortes, taludes o paramentos de las zanjas.
- Golpes por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre materiales.
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos o encharcados.
- Sobreesfuerzos por manejo de materiales y herramientas.
- Atrapamiento entre objetos.

b. Normas y medidas preventivas:

- Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno lo suficiente como para obtener una buena resistencia. No se mezclaran los diámetros en los acopios..
- La presentación de tramos de tuberías en la coronación de las zanjas se efectuará a no menos de 2 m. de borde superior. En todo momento, permanecerán calzadas para evitar que puedan rodar
- Concluida la conexión de los tramos se procederá al cierre de la zanja por motivos de seguridad, enrasando tierras. Se dejarán las cotas necesarias para comprobar la estanqueidad de las conexiones que en todo momento, permanecerán rodeadas por cinta de seguridad.
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.

4.5. Riesgo y medidas preventivas en Maquinarias

a. Riesgos detectables más comunes:

- Contactos con la energía eléctrica.
- Golpes por objetos o elementos de las máquinas.
- Atrapamiento entre objetos o por elemento de las máquinas.
- Formación de atmósferas tóxicas.
- Colisión entre vehículos.
- Atropello de personal por vehículos.
- Caída de vehículos por:

- Cortes del terreno.
- Rampas
- Terraplenes.

- Explosión por trasiego de combustible.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Interferencias con conducciones subterráneas.
- Sobreesfuerzos, (mantenimiento)
- Ruido.
- Vibraciones.

b. Normas o medidas preventivas:

Camión Volquete, camión plataforma, camion semi trailer:

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas del predio lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del Código de Circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa de acceso el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante la carga se permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y debajo del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar estas maniobras.
- Si se descarga material en las proximidades de la zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro, garantizado ésta mediante topes.

Retroexcavadora, excavadora, tractor oruga:

- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada se prolonga, se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al predio, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

Rodillo liso vibratorio autopropulsado

- Deben utilizarse prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad y certificación.
- Se recomienda que el rodillo esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o cirena.
- Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específica y el manual instrucciones correspondiente.
- Garantizar en cualquier momento la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del compactador responden
- correctamente y están en perfecto estado: frenos, faros, intermitentes, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Girar el asiento en función del sentido de la marcha cuando el compactador lo permita.
- Asegurar la máxima visibilidad del compactador limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar del compactador únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al compactador.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugaresvisibles.
- Verificar la existencia de un extintor en el compactador.
- Verificar que la altura máxima del compactador es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios o similares.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Equipo de soldadura

- Revisar las conexiones de los cables a la maquina, positivo (pinza) y negativo (masa), tienen que estar bien ajustados en sus tomas.
- La toma de corriente para la máquina de soldar debe de estar en buenas condiciones (no tener los cables pelados).

- La zona de trabajo debe estar limpia y ordenada de esta manera evitaremos incendios por las chispas y accidentes por objetos que puedan hacernos tropezar, torceduras, etc.
- Buena ventilación para que no se acumulen los gases producidos por la soldadura.
- Tener un extintor y/o un cubo de agua o/y arena cerca por si surge un pequeño incendio, piensa que cuando estas con la careta de soldar no ves tú entorno, y es muy fácil que algo salga ardiendo. Más vale prevenir.

4.6. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas

a. Riesgos:

Derivan tanto por la circulación de los vehículos de transporte por carreteras públicas y en las intersecciones con éstas, como por la circulación de personal ajenas a la obra por su zona de influencia.

b. Medidas preventivas:

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, los puntos de salida y entrada de vehículos de obra a las carreteras y caminos, "tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se señalizará la existencia de zanjas abiertas, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

Se extremará la señalización global de obra mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

Se dispondrán cintas de seguridad y protección, carteles indicativos en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, acopio, maquinaria, instalaciones, etc., cuando estuvieran situadas en pasos de peatones o vehículos.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Estos se pueden definir como un conjunto de elementos y dispositivos diseñados para proteger las partes del cuerpo que se encuentran expuestos a riesgos durante el ejercicio de una labor. Los equipos basicos de proteccion para cualquier trabajador de la obra se mencionan a continuación.

- Casco de seguridad:

Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

- Pantalla de seguridad para soldadura:

Se empleará en los trabajos de soldadura.

- Gafas anti-impactos:

Para trabajos con posible proyección de partícula.

- Gafas anti-polvo:

Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- Mascarilla de papel autofiltrante:

Se utilizará usando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Será desechable de un solo uso.

- Tapón antirruido:

En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Será desechable de un solo uso por razones higiénicas.

- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

Para todos los trabajos con riesgos de caída de altura será de uso obligatorio.

- Cinturón antivibratorio:

Para conductores de rodillo vibrador y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen Martillos Rompedores.

- Mameluco de trabajo:

Para todo tipo de trabajo a realizar en la obra. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo aplicable.

- Traje impermeable:

Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

- Guantes de goma:

Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

- Guantes de cuero:

Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.

- Guantes aislantes de la electricidad:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- Guantes para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Manguitos para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Polainas para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Mandil de cuero:

Para los trabajos de martillos neumáticos y de soldadura.

- Botas impermeables al agua y a la humedad:

Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

- Botas de seguridad:

En todo trabajo en que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

- Botas aislantes de la electricidad:

Para uso de los electricistas.

- Chaleco reflectante:

Se empleará por todo el personal que trabaje en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

6. PROTECCIONES COLECTIVAS

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, según la siguiente descripción:

6.1. Señales de seguridad:

Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

6.2. Señales normalizadas de tráfico, paneles direccionales, , conos, balizas luminosas:

Para organización del tráfico como consecuencia de la afectación de las obras a vías de circulación abiertas al tráfico y para la organización interna de obra.

6.3. Cinta de seguridad:

Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

6.4. Brigada de Seguridad:

Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

6.5. Plataformas de trabajo:

Se dispondrá en elementos auxiliares para trabajos a nivel respecto al suelo o punto de apoyo.

6.6. Extintores:

Se dispondrán como sistema de protección contra incendios.

7. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA.

7.1. Formación e Información.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

7.2. Medicina Preventiva

7.2.1. Botiquines

Se dispondrá de botiquines conteniendo el material especificado en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Se revisará periódicamente, reponiendo inmediatamente el material consumido.

El contenido botiquín será como mínimo:

- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo de diferentes tamaños.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tiras de sutura por aproximación.
- Gasas estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Desinfectante.
- Pomada antihistamínica para picaduras.
- Pomada antiinflamatoria.
- Paracetamol.
- Ácido acetilsalicílico.
- Guantes desechables .
- Tijeras.
- Pinzas.
- Banda elástica para torniquetes.
- Manta.

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Se informará en obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible" de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Consideramos como primeros auxilios aquellas actuaciones y técnicas que permiten la atención inmediata del accidentado de forma rápida y adecuada hasta la llegada de equipo asistencial sanitario, con objeto de no agravar las lesiones producidas.

Ante una situación de emergencia y la necesidad de socorrer a un accidentado establecemos las siguientes consideraciones:

- Conservar la calma.
- Evitar aglomeraciones.
- Dominar la situación.
- No mover al accidentado hasta que no se haya hecho una valoración primaria de su situación.
- Examinar al accidentado (signos vitales: conciencia, respiración, pulso, hemorragias, fracturas, heridas) para determinar aquellas situaciones que pongan en peligro su vida, de igual forma se indicará telefónicamente una descripción de la situación del herido con objeto de que las dotaciones sanitarias sean las necesarias (ambulancia de transporte, móvil).
- Si está consciente tranquilizar al accidentado.
- Mantener al accidentado caliente
- No dar nunca medicación.

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado

Una vez activado el sistema de emergencia y a la hora de socorrer establecemos un método único que permita identificar las situaciones vitales o de emergencia médica, para ello siempre seguiremos este orden:

- Verificación de signos vitales: conciencia, respiración, pulso, con objeto de atenderlas lo más rápidamente posible, pues son las que pueden esperar la llegada del equipo médico y ponen en peligro la vida del accidentado.
- Ante una emergencia médica como es una parada cardio-respiratoria, es decir, cuando el accidentado sufre una interrupción brusca e inesperada y potencialmente reversible de su respiración y circulación espontánea, utilizaremos técnicas de reanimación: respiración artificial (boca-boca) si no respira y masaje cardiaco si no tiene latido.
- Ante un herido inconsciente con respiración y pulso se le colocará en posición lateral de seguridad.

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado

Una vez que hayamos hecho la valoración primaria de la víctima y se haya comprobado que mantiene las constantes vitales (conciencia, respiración, pulso) examinaremos buscando lesiones que pudieran agravar, posteriormente, el estado general del accidentado.

Tendremos en cuenta por tanto las siguientes situaciones:

a. Existencia de hemorragias:

Ante la existencia de hemorragia nuestro objetivo, generalmente, es evitar la pérdida de sangre del accidentado, para lo cual actuaremos por:

Compresión directa (efectuaremos una presión en el punto de sangrado utilizando una cobertura lo más limpia posible).

Compresión arterial (de aplicación cuando falla la compresión directa y se suele utilizar en hemorragias en extremidades).

Si la hemorragia se produce en un oído nunca se debe detener la hemorragia.

b. Existencia de heridas:

Consideraremos que existe una herida cuando se produzca una rotura de la piel. Haremos una valoración inicial del accidentado, controlaremos los signos vitales, controlaremos la hemorragia si la hubiera y evitaremos posible shock. Después de haber considerado todo lo anterior actuaremos de la siguiente forma:

El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol (de botiquín), se utilizará material estéril para prevenir infecciones, procederá a limpiar la herida con agua y jabón y con ayuda de una gasa (nunca algodón) empezando desde el centro a los extremos de la herida.

Se quitarán los restos de cuerpos extraños de la herida con ayuda de pinzas estériles (botiquín).

Finalmente se pincelará con mercromina y se colocará una gasa y un apósito o se dejará al aire si la herida no sangra.

c. Existencia de fractura en columna vertebral:

Ante la posibilidad de que el accidentado presente una fractura o un daño en la columna vertebral, evitaremos siempre cualquier movimiento para así evitar lesiones irreversibles.

d. Existencia de quemaduras:

Consideramos que existe una quemadura en un accidentado cuando existe una herida o destrucción del tejido producida por el calor (temperaturas superiores a 45 ºC).

Tendremos en cuenta que causas producen quemaduras de diversa consideración: fuego, calor radiante, líquidos (hirviendo , inflamado), sólidos incandescentes, gases , electricidad, rozaduras, productos químicos.

Ante un accidentado que presenta una quemadura el socorrista actuará de la siguiente forma:

Eliminará la causa (apagar llamas, eliminar ácidos), mantener los signos vitales (consciencia, respiración, pulso) recordamos que en posible caso de incendio las personas quemadas pueden presentar asfixia por inhalación de humos.

Se procederá a realizar una valoración primaria y posteriormente a comprobar si se han producido hemorragias, fracturas y se tratará primero la lesión más grave.

e. Forma de actuar ante una quemadura:

Refrescar la zona quemada aplicando agua en abundancia durante un tiempo, quitando ropa, joyas y todo aquello que mantenga el calor.

Se cubrirá la lesión con vendaje flojo y húmedo, y se evacuará al herido en posición lateral, para evitar las consecuencias de un vómito (ahogo) al centro hospitalario con unidad de quemados.

Nunca se debe aplicar ningún tratamiento medicamentoso sobre una quemadura.

No despegar nada que esté pegado a la piel.

No reventar ampollas, si se presentan.

No dejar solo al herido, en caso de tener que ir a pedir ayuda le llevaremos con

nosotros, siempre que sus lesiones lo permitan.

f. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por fuego:

Sofocar el fuego con una manta que no sea acrílica.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispone de otro medio.

Aplicar agua fría en la zona quemada una vez se han apagado las llamas, para refrigerar la zona.

g. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por productos químicos:

Aplicar agua abundante en la quemadura durante un tiempo, teniendo especial cuidado con las salpicaduras.

Mientras se evacua al herido, se puede continuar aplicando agua en la quemadura mediante una pera de agua (botiquín).

Mientras se aplica el agua quitar la ropa impregnada por ácido.

h. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por electricidad:

Ante una electrocución, siempre desconectar lo primero la corriente, salvo que la persona electrocutada ya no toque el conductor eléctrico. Si no es posible realizar la desconexión, hay que separar el conductor eléctrico del accidentado mediante un material aislante (madera).

Comprobar las constantes vitales del accidentado (practicando si es necesario el soporte vital básico).

Trasladar al accidentado a un centro hospitalario.

i. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por sólidos incandescentes:

Separar el objeto causante de la quemadura.

Mojar con agua la zona afectada.

j. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por líquidos hirviendo o inflamados:

Apagar el fuego producido con una manta que no sea sintética.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispones de otro medio.

Vigilar que el líquido inflamable no es extienda y afecte a otras personas.

En último caso utilizar el extintor.

Ante quemaduras causadas por líquidos calientes hay que echar agua abundante sobre la zona afectada y quitar rápidamente toda la ropa mojada por el líquido y como último recurso secarse la piel sin frotar.

Las lesiones muy leves se curarán con el botiquín de obra. Si fuera preciso se avisará al Servicio Médico. En el caso de accidentes leves o menos graves se atenderá preferentemente a los accidentados en el Servicio Médico. En caso contrario se le atenderá en cualquiera de los centros asistenciales de la zona.En caso de accidente grave se avisará a alguna de las ambulancias y teléfonos de emergencia cuyos números deben aparecer en el tablón de anuncios de la obra, y se le trasladará a alguno de los Centros Asistenciales concertados con las Mutuas.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN EL PREDIO.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior del predio.

8.1. Estabilidad y solidez

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

8.2. Instalaciones de suministro y reparto de energía

a) La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada,las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

8.3. Vías y salidas de emergencia

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse, dicha señalización deberá fijarse

en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

8.4. Detección y lucha contra incendios

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

8.5. Ventilación

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

8.6. Exposición a riesgos particulares

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxigeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

8.7. Temperatura

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8.8. Iluminación

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

8.9. Puertas y portones

a) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

b) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

c) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

8.10. Vías de circulación y zonas peligrosas

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

8.11. Muelles y rampas de carga

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

8.12. Espacio de trabajo

a) Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

8.13. Primeros auxilios

a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

8.14. Servicios higiénicos

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. En este sentido se dispondrá de vestuarios de fácil acceso, con las dimensiones suficientes y con asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas,humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo lugares de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

8.15. Locales de descanso o de alojamiento

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

8.16. Disposiciones varias

a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.

b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer en condiciones de seguridad y salud.

9. CONCLUSIONES

Para la ejecución material del proyecto de "Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Pampa Chanchería" Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica – Manual de Seguridad y salud", hemos definido un manual de seguridad y salud. La duracion de la obra será de 4 meses.

Se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para evitarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la obra, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de obra descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERÍA" SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento:	MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD – ETAPA DE POST INVERSION
Titular:	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)
Emplazamiento:	Lima, Perú
Referencia:	00950
Fecha	02 de Mayo del 2016

Contenido

1. Objetivo del Manual de Seguridad y Salud 5

2. Marco legal y normativo 5

3. Descripción de las actividades a de operación y mantenimiento a realizar en el area 6

3.1. Actividades de Post inversión (operación y mantenimiento) 7

3.1.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 7

3.1.2. Estabilidad de taludes. 7

3.1.3. Monitoreo del biogás. 7

3.2. Plazo de duración de la operación y mantenimiento del área. 8

4. Estudio de riesgo y medidas preventivas 8

4.1. Riesgo y medidas preventivas en la actividad Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 8

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Estabilidad de taludes. 9

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo del biogás. 10

4.4. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas 11

5. Equipos de protección personal (EPP) 12

6. Protecciones colectivas 14

6.1. Señales de seguridad: 14

6.2. Cinta de seguridad: 14

6.3. Brigada de Seguridad: 14

6.4. Plataformas de trabajo: 14

6.5. Extintores: 14

7. Formación y medicina preventiva. 15

7.1. Formación e Información. 15

7.2. Medicina Preventiva 15

7.2.1. Botiquines 15

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios 15

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado 16

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado 17

8. Disposiciones mínimas generales para disminuir los riesgos en el predio. 20

8.1. Estabilidad y solidez 20

8.2. Vías y salidas de emergencia 20

8.3. Detección y lucha contra incendios 21

8.4. Ventilación 21

8.5. Exposición a riesgos particulares 21

8.6. Temperatura 22

8.7. Iluminación 22

8.8. Puertas y portones 22

8.9. Vías de circulación y zonas peligrosas 22

8.10. Muelles y rampas de carga 23

8.11. Primeros auxilios 23

8.12. Disposiciones varias 23

9. Conclusiones 24

10. anexos 25

1. OBJETIVO DEL MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente manual de "Seguridad y salud" tiene por objetivo establecer, durante la estapa de post inversión (operación y mantenimiento) las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones y equipos preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

2. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

A nivel nacional contamos con la "LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO" ley N° 29783, dada en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil once por el Presidente Constitucional de la República Ollanta Humala Tasso dicha ley se encuentra reglamentada por el decreto supremo Nº 005-2012-TR.

Ley cuyos principios son:

I. PRINCIPIO DE PREVENCIÓN

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

II. PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia de el, conforme a las normas vigentes.

III. PRINCIPIO DE COOPERACIÓN

El Estado, los empleadores y los trabajadores, y sus organizaciones sindicales establecen mecanismos que garanticen una permanente colaboración y coordinación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

IV. PRINCIPIO DE INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Las organizaciones sindicales y los trabajadores reciben del empleador una oportuna y adecuada información y capacitación preventiva en la tarea a desarrollar, con énfasis en lo potencialmente riesgoso para la vida y salud de los trabajadores y su familia.

V. PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRAL

Todo empleador promueve e integra la gestión de la seguridad y salud en el trabajo a la gestión general de la empresa.

VI. PRINCIPIO DE ATENCIÓN INTEGRAL DE LA SALUD

Los trabajadores que sufran algún accidente de trabajo o enfermedad ocupacional tienen derecho a las prestaciones de salud necesarias y suficientes hasta su recuperación y rehabilitación, procurando su reinserción laboral.

VII. PRINCIPIO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

El Estado promueve mecanismos de consulta y participación de las organizaciones de empleadores y trabajadores más representativos y de los actores sociales para la adopción de mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo.

VIII. PRINCIPIO DE PRIMACÍA DE LA REALIDAD

Los empleadores, los trabajadores y los representantes de ambos, y demás entidades públicas y privadas responsables del cumplimiento de la legislación en seguridad y salud en el trabajo brindan información completa y veraz sobre la materia. De existir discrepancia entre el soporte documental y la realidad, las autoridades optan por lo constatado en la realidad.

IX. PRINCIPIO DE PROTECCIÓN

Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas que les garanticen un estado de vida saludable, física, mental y socialmente, en forma continua. Dichas condiciones deben propender a: a) Que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro y saludable. b) Que las condiciones de trabajo sean compatibles con el bienestar y la dignidad de los trabajadores y ofrezcan posibilidades reales para el logro de los objetivos personales de los trabajadores.

A nivel internacional se tiene por la norma OHSAS 18001 es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar, evaluar, administrar y gestionar la salud ocupacional y los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. El manejo de riesgos antes que un gasto es una inversión.la OHSAS 18001 requiere que las empresas se comprometan a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con sus actividades, así como a mejorar de forma continuada como parte del ciclo de gestión normal. La norma se basa en el conocido ciclo de sistemas de gestión de planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) y utiliza un lenguaje y una terminología familiar propia de los sistemas de gestión.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO A REALIZAR EN EL AREA

Para evidenciar los beneficios de la clausura del botadero, se hace imprescindible realizar periódicamente diferentes controles que permitirán ir supervisando que la alternativa de cierre está funcionando, garantizando que el residuo se va estabilizando y que los contaminantes han dejado de afectar al área del botadero recuperado.

3.1. Actividades de Post inversión (operación y mantenimiento)

3.1.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

La causa principal de la rotura o fallos en el sistema de sellado viene provocada por la aparición de asientos diferenciales producidos en la masa de residuos. Por ello es importante realizar el control de los asentamientos producidos, para establecer si son asumibles o no por el sistema de sellado y tomar las medidas correctoras que se estimen oportunas.

Como en el botadero de Pampa Chanchería no existen columnas de residuo o taludes superiores a 5 metros, será suficiente con una inspección visual. Personal capacitado controlará periódicamente (semanalmente en invierno y mensualmente en verano) el estado de la cobertura final con el propósito de identificar grietas y áreas descubiertas debido a los asentamientos diferenciales y por la erosión respectivamente. La presencia del deterioro de la cubierta también representa un problema de infiltración de agua, además de propiciar la migración vertical del biogás a través de caminos preferenciales.

3.1.2. Estabilidad de taludes.

Las condiciones de un botadero recuperado son muy variables y heterogéneas. Durante la etapa de post clausura, la morfología del botadero puede evolucionar por ejemplo en base a los cambios de peso de los residuos sólidos y la cubierta, la humedad, los cambios en la cohesión de los residuos sólidos por la biodegradación o el cambio del ángulo de reposo de los taludes por los asentamientos diferenciales.

Aunque durante la fase de proyecto se lleva a cabo un estudio detallado de la estabilidad de los taludes, los problemas de estabilidad derivados de las condiciones anteriores son imprevisibles. Estos fallos pueden derivar en problemas de afloramiento de los residuos, accidentes a los operarios etc.

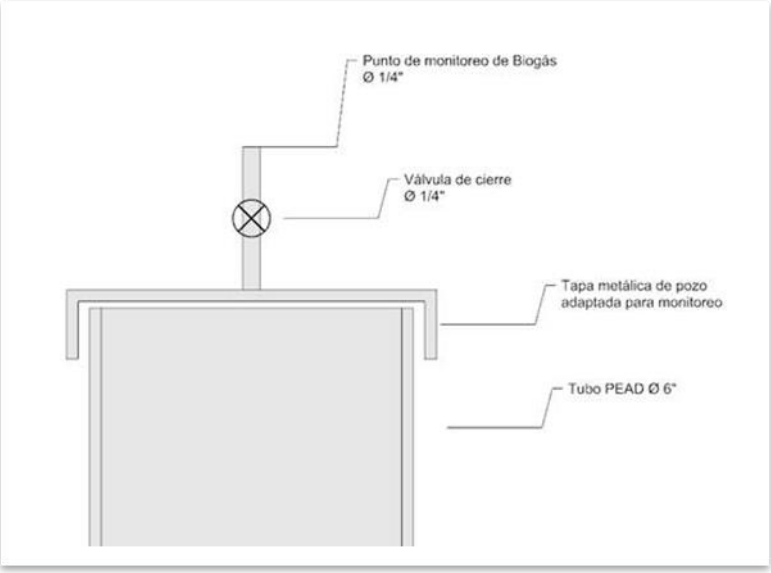
Los taludes construidos en el botadero Pampa Chanchería presentan un coeficiente de seguridad muy alto, lo que unido a la pequeña longitud de dicho taludes hace innecesario adoptar medidas especiales de identificación de inestabilidades, tales como sistemas de monitoreo a base de los testigos, por lo que serán suficiente inspecciones visuales realizadas por personal capacitado, con el objetivo de identificar los posibles problemas de inestabilidad. La periodicidad de las inspecciones será semanalmente en invierno y mensualmente en verano con el objetivo de descubrir grietas o posibles indicadores de deslizamientos.

3.1.3. Monitoreo del biogás.

El monitoreo del biogás está principalmente orientado observar cómo va disminuyendo la concentración de metano (CH4) en éste, consecuencia de la estabilización de la materia orgánica contenida en el residuo depositado en el botadero de la estabilización de la materia orgánica.

A pesar de que se ha estimado que se generará una pequeña cantidad de biogás, se contempla la toma de muestras en dos puntos de muestreo construidas, por si fuera posible extraer algo de gas.

Figura 1. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

3.2. Plazo de duración de la operación y mantenimiento del área.

A pesar de que el horizonte del Proyecto esté establecido a 10 años, se debe recordar que hay la obligación de mantener el programa de operación, mantenimiento y los controles, tanto para verificar la no existencia de contaminantes que puedan afectar al medio así como para obtener indicadores que permitan mejorar la Norma.

4. ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Reconoceremos los riesgos que pueden existir en cada una de las actividades de operación y mantenimiento y también determinaremos qué medidas se pueden tomar para prevenir cualquier accidente.

4.1. Riesgo y medidas preventivas en la actividad Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas de Personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.

- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio de la explanación con el fin de describir accidentes importantes del suelo, objetos, etc. que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las personas.
- Los árboles del area deben estar podados adecuadamente para evitar la caida de ramas podridas ademas se debe verificar que sus raíces estos esten fijamente al suelo entodo caso re debe de retirar y reemplazar los arboles que no esten en buen estado.
- La maleza debe eliminarse mediante una hoz o siega y se evitará la quema de maleza.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar si se tuviera que efectuar alguna excavación antes, durante y después.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal no autorizado ni capacitado dentro del área.
- Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, para toda circulación se utilizará solo la vía habilitada.
- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, o ripios todos los charcos de lodo, baches o huecos a causas de la circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para transitar en el área, ademas los vehiculos deben contar con el SOAT vigente.

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Estabilidad de taludes.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Caídas del personal a diferente nivel.
- Caídas del personal al mismo nivel.
- Desprendimiento de los taludes por vibraciones al transitar vehículos.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se protegerá con cinta de seguridad los bordes de un desprendimiento o deslizamiento, ubicándolas a un mínimo de 1 m. del corte superior.
- No se debe permitir el transito dentro del area de vehículos´y este solo debe estar restringido a actividades propias de supervisión para evitar que a causa las vibraciones se produzcan deslizamientos o vuelcos de los taludes.
- Al notar deficiencias en el terreno deberan de comunicarlo. En caso de urgencia adoptarán los medios de protección (apuntalamiento o entibación) necesarios.
- Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un riesgo, pese a la realización de apuntalamientos y entibaciones. Redes tensas sobres los taludes actuarán perfectamente con este fin, al retener embolsando los desprendimientos de primera fase; actuarán como avisadores.
- Si por emergencia deben ingresar vehiculos pesados todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar si se tuviera que efectuar alguna excavación antes, durante y después.

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo del biogás.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Incendio del pozo de venteo o del quemador por acumulacion de gases.
- Contactos eléctricos.
- Inalación de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del quemador de gases o chimenea.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del generador electrico y de la electrobomba.

b. Normas y medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.

- Para encender los quemadores se tendrán que seguir las siguientes recomendaciones: usar simpre los EPP, verifique que el quemador se encuentra en perfecto estado, no encender el quemador con usos de fósforos o encendedores, utilizar antorchas de 50 cm como mínimo, nunca acerque el cuerpo ni la cara al quedamor, debe estar totalmente prohibido utilizar artefactos en un radio mínimo de trabajo sobre todo si se a detectado efluencia de gas.
- Cuando se efectúe una interrupción en los trabajos se desconectará totalmente el generador electrico de la bomba.
- Los cables de conduccion eléctrica serán antihumedad y se empalmarán mediante conexiones estancas de intemperie y la protección externa debe estar en perfecto estado.
- Si los trabajos se realizan a la intemperie se suspenderán a causa de lluvias.
- Para la obtensión de muestras de agua o bombeo nunca se introduciran las extremidades superiores o inferiores al pozo.
- El personal siempre debera contar con los equipos de proteccion adecuados. (ver título 5: Equipos de proteccion personal).

4.4. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas

a. Riesgos:

Derivan tanto por la circulación de los vehículos de transporte por carreteras públicas y en las intersecciones con éstas, como por la circulación de personal ajenas a la zona de influencia.

b. Medidas preventivas:

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, los puntos de salida y entrada de vehículos del area a las carreteras y caminos, "tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales al área, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se extremará la señalización global de la zona mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

Se dispondrán cintas de seguridad y protección, carteles indicativos en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, acopio, maquinaria, instalaciones, etc., cuando estuvieran situadas en pasos de peatones o vehículos.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Estos se pueden definir como un conjunto de elementos y dispositivos diseñados para proteger las partes del cuerpo que se encuentran expuestos a riesgos durante el ejercicio de una labor. Los equipos basicos de proteccion (ver anexo 01 del manual), para cualquier trabajador del área se mencionan a continuación.

- Casco de seguridad:

Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

- Pantalla de seguridad para soldadura:

Se empleará en los trabajos de soldadura.

- Gafas anti-impactos:

Para trabajos con posible proyección de partícula.

- Gafas anti-polvo:

Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- Mascarilla de papel autofiltrante:

Se utilizará usando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Será desechable de un solo uso.

- Tapón antirruido:

En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Será desechable de un solo uso por razones higiénicas.

- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

Para todos los trabajos con riesgos de caída de altura será de uso obligatorio.

- Cinturón antivibratorio:

Para conductores de rodillo vibrador y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen Martillos Rompedores.

- Mameluco de trabajo:

Para todo tipo de trabajo a realizar en el área. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la operación y mantenimiento, según Convenio Colectivo aplicable.

- Traje impermeable:

Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

- Guantes de goma:

Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

- Guantes de cuero:

Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en el área

- Guantes aislantes de la electricidad:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- Guantes para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Manguitos para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Polainas para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Mandil de cuero:

Para los trabajos de martillos neumáticos y de soldadura.

- Botas impermeables al agua y a la humedad:

Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

- Botas de seguridad:

En todo trabajo en que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

- Botas aislantes de la electricidad:

Para uso de los electricistas.

- Chaleco reflectante:

Se empleará por todo el personal que trabaje en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

6. PROTECCIONES COLECTIVAS

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, (ver anexo 03), según la siguiente descripción:

6.1. Señales de seguridad:

Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

6.2. Cinta de seguridad:

Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

6.3. Brigada de Seguridad:

Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

6.4. Plataformas de trabajo:

Se dispondrá en elementos auxiliares para trabajos a nivel respecto al suelo o punto de apoyo.

6.5. Extintores:

Se dispondrán como sistema de protección contra incendios en la camioneta.

7. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA.

7.1. Formación e Información.

Todo el personal que ingrese al área debe estar capacitado en los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

7.2. Medicina Preventiva

7.2.1. Botiquines

Se dispondrá de botiquines conteniendo el material especificado en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Se revisará periódicamente, reponiendo inmediatamente el material consumido.

El contenido botiquín será como mínimo:

- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo de diferentes tamaños.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tiras de sutura por aproximación.
- Gasas estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Desinfectante.
- Pomada antihistamínica para picaduras.
- Pomada antiinflamatoria.
- Paracetamol.
- Ácido acetilsalicílico.
- Guantes desechables .
- Tijeras.
- Pinzas.
- Banda elástica para torniquetes.
- Manta.

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Se informará al personal del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Consideramos como primeros auxilios aquellas actuaciones y técnicas que permiten la atención inmediata del accidentado de forma rápida y adecuada hasta la llegada de equipo asistencial sanitario, con objeto de no agravar las lesiones producidas.

Ante una situación de emergencia y la necesidad de socorrer a un accidentado establecemos las siguientes consideraciones:

- Conservar la calma.
- Evitar aglomeraciones.
- Dominar la situación.
- No mover al accidentado hasta que no se haya hecho una valoración primaria de su situación.
- Examinar al accidentado (signos vitales: conciencia, respiración, pulso, hemorragias, fracturas, heridas) para determinar aquellas situaciones que pongan en peligro su vida, de igual forma se indicará telefónicamente una descripción de la situación del herido con objeto de que las dotaciones sanitarias sean las necesarias (ambulancia de transporte, móvil).
- Si está consciente tranquilizar al accidentado.
- Mantener al accidentado caliente
- No dar nunca medicación.

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado

Una vez activado el sistema de emergencia y a la hora de socorrer establecemos un método único que permita identificar las situaciones vitales o de emergencia médica, para ello siempre seguiremos este orden:

- Verificación de signos vitales: conciencia, respiración, pulso, con objeto de atenderlas lo más rápidamente posible, pues son las que pueden esperar la llegada del equipo médico y ponen en peligro la vida del accidentado.
- Ante una emergencia médica como es una parada cardio-respiratoria, es decir, cuando el accidentado sufre una interrupción brusca e inesperada y potencialmente reversible de su respiración y circulación espontánea, utilizaremos técnicas de reanimación: respiración artificial (boca-boca) si no respira y masaje cardiaco si no tiene latido.
- Ante un herido inconsciente con respiración y pulso se le colocará en posición lateral de seguridad.

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado

Una vez que hayamos hecho la valoración primaria de la víctima y se haya comprobado que mantiene las constantes vitales (conciencia, respiración, pulso) examinaremos buscando lesiones que pudieran agravar, posteriormente, el estado general del accidentado.

Tendremos en cuenta por tanto las siguientes situaciones:

a. Existencia de hemorragias:

Ante la existencia de hemorragia nuestro objetivo, generalmente, es evitar la pérdida de sangre del accidentado, para lo cual actuaremos por:

Compresión directa (efectuaremos una presión en el punto de sangrado utilizando una cobertura lo más limpia posible).

Compresión arterial (de aplicación cuando falla la compresión directa y se suele utilizar en hemorragias en extremidades).

Si la hemorragia se produce en un oído nunca se debe detener la hemorragia.

b. Existencia de heridas:

Consideraremos que existe una herida cuando se produzca una rotura de la piel. Haremos una valoración inicial del accidentado, controlaremos los signos vitales, controlaremos la hemorragia si la hubiera y evitaremos posible shock. Después de haber considerado todo lo anterior actuaremos de la siguiente forma:

El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol (de botiquín), se utilizará material estéril para prevenir infecciones, procederá a limpiar la herida con agua y jabón y con ayuda de una gasa (nunca algodón) empezando desde el centro a los extremos de la herida.

Se quitarán los restos de cuerpos extraños de la herida con ayuda de pinzas estériles (botiquín).

Finalmente se pincelará con mercromina y se colocará una gasa y un apósito o se dejará al aire si la herida no sangra.

c. Existencia de fractura en columna vertebral:

Ante la posibilidad de que el accidentado presente una fractura o un daño en la columna vertebral, evitaremos siempre cualquier movimiento para así evitar lesiones irreversibles.

d. Existencia de quemaduras:

Consideramos que existe una quemadura en un accidentado cuando existe una herida o destrucción del tejido producida por el calor (temperaturas superiores a 45 ºC).

Tendremos en cuenta que causas producen quemaduras de diversa consideración: fuego, calor radiante, líquidos (hirviendo , inflamado), sólidos incandescentes, gases , electricidad, rozaduras, productos químicos.

Ante un accidentado que presenta una quemadura el socorrista actuará de la siguiente forma:

Eliminará la causa (apagar llamas, eliminar ácidos), mantener los signos vitales (consciencia, respiración, pulso) recordamos que en posible caso de incendio las personas quemadas pueden presentar asfixia por inhalación de humos.

Se procederá a realizar una valoración primaria y posteriormente a comprobar si se han producido hemorragias, fracturas y se tratará primero la lesión más grave.

e. Forma de actuar ante una quemadura:

Refrescar la zona quemada aplicando agua en abundancia durante un tiempo, quitando ropa, joyas y todo aquello que mantenga el calor.

Se cubrirá la lesión con vendaje flojo y húmedo, y se evacuará al herido en posición lateral, para evitar las consecuencias de un vómito (ahogo) al centro hospitalario con unidad de quemados.

Nunca se debe aplicar ningún tratamiento medicamentoso sobre una quemadura.

No despegar nada que esté pegado a la piel.

No reventar ampollas, si se presentan.

No dejar solo al herido, en caso de tener que ir a pedir ayuda le llevaremos con

nosotros, siempre que sus lesiones lo permitan.

f. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por fuego:

Sofocar el fuego con una manta que no sea acrílica.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispone de otro medio.

Aplicar agua fría en la zona quemada una vez se han apagado las llamas, para refrigerar la zona.

g. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por productos químicos:

Aplicar agua abundante en la quemadura durante un tiempo, teniendo especial cuidado con las salpicaduras.

Mientras se evacua al herido, se puede continuar aplicando agua en la quemadura mediante una pera de agua (botiquín).

Mientras se aplica el agua quitar la ropa impregnada por ácido.

h. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por electricidad:

Ante una electrocución, siempre desconectar lo primero la corriente, salvo que la persona electrocutada ya no toque el conductor eléctrico. Si no es posible realizar la desconexión, hay que separar el conductor eléctrico del accidentado mediante un material aislante (madera).

Comprobar las constantes vitales del accidentado (practicando si es necesario el soporte vital básico).

Trasladar al accidentado a un centro hospitalario.

i. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por sólidos incandescentes:

Separar el objeto causante de la quemadura.

Mojar con agua la zona afectada.

j. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por líquidos hirviendo o inflamados:

Apagar el fuego producido con una manta que no sea sintética.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispones de otro medio.

Vigilar que el líquido inflamable no es extienda y afecte a otras personas.

En último caso utilizar el extintor.

Ante quemaduras causadas por líquidos calientes hay que echar agua abundante sobre la zona afectada y quitar rápidamente toda la ropa mojada por el líquido y como último recurso secarse la piel sin frotar.

Las lesiones muy leves se curarán con el botiquín. Si fuera preciso se avisará al Servicio Médico. En el caso de accidentes leves o menos graves se atenderá preferentemente a los accidentados en el Servicio Médico. En caso contrario se le atenderá en cualquiera de los centros asistenciales de la zona.En caso

de accidente grave se avisará a alguna de las ambulancias y teléfonos de emergencia cuyos números deben aparecer, y se le trasladará a alguno de los Centros Asistenciales concertados con las Mutuas.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN EL PREDIO.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad del área, incluidos y fuera del predio.

8.1. Estabilidad y solidez

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

8.2. Vías y salidas de emergencia

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones del lugar y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse, dicha señalización deberá fijarse

en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

8.3. Detección y lucha contra incendios

a) Según las características del área y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

8.4. Ventilación

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

8.5. Exposición a riesgos particulares

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxigeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

8.6. Temperatura

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8.7. Iluminación

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en el área deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

8.8. Puertas y portones

a) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

b) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

c) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

8.9. Vías de circulación y zonas peligrosas

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan

utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en el área hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

8.10. Muelles y rampas de carga

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

8.11. Primeros auxilios

a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

8.12. Disposiciones varias

a) Los accesos y el perímetro del área deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.

b) Los trabajadores deberán disponer de agua para beber y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer en condiciones de seguridad y salud.

9. CONCLUSIONES

Para la etapa de operación y mantemimiento material del proyecto de “Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos “Pampa Chanchería” Sector Pampa de Ñoco, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Departamento de Ica”, hemos definido un manual de seguridad y salud. La duracion de la operación y el mantenimiento es 10 años a más<.

Se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para evitarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la operación y mantenimiento, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de operación y mantenimiento descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la operación . Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERÍA" SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento:	ANEXO 01 – MATERIALES Y EQUIPOS
Titular:	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)
Emplazamiento:	Lima, Perú
Referencia:	00950
Fecha	14 de Abril del 2016

Tabla de Contenido

1. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL 5

1.1. Protección de las manos 5

1.2. Protección de la cabeza 6

1.3. Protección de las vías respiratorias 7

1.4. Protección del cuerpo 8

1.5. Protección de los oídos 9

1.6. Protección de la columna vertebral 11

1.7. Protección de los pies 11

1.8. Protección de Anti caídas 12

1.9. Protección de Ocular 13

2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA 14

2.1. Conexiones incorrectas 14

2.2. Conexiones prohibidas 15

3. INSTALACION DE BARANDAS 16

4. Medios Auxiliares 18

4.1. Mezcladora de concreto 18

4.2. Sierra Radial 19

4.3. Martillo eléctrico y neumático 19

4.4. Herramientas Auxiliares 20

4.5. Máquina de movimiento de tierras 21

5. Soldadura 22

5.1. Grupo oxicorte 22

1. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Los principles equipos de “Seguridad y salud" para prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales son:

1.1. Protección de las manos

Para proteger las manos de riesgos como contacto con sustancias agresivas y agresiones mecánicas, tenemos diferentes tipos de guantes:

A) Guantes de Piel: el ámbito de utilización es para todos aquellos trabajos donde hay agresiones por golpes, cortes o erosiones. Son desaconsejados para trabajos con productos químicos o húmedos. El guante tiene que disponer de los siguientes elementos: ➢ Refuerzo protector del guante. ➢ Piel seleccionada grado “A” ➢ Forro parar proporcionar confort. ➢ Salva arterias ancha. ➢ Protectores de cosido. ➢ Dedal entero.	
B) Guantes de látex: el ámbito de utilización es para todos aquellos trabajos donde el ambiente de agresiones sean productos químicos. Son desaconsejados para trabajos con elementos cortantes o punzantes. Elementos de los que dispone: ➢ Superficie con rugosidad. ➢ Embocadura de goma.	

C) Guantes de piel de serraje: el ámbito de utilización es para trabajos de soldadura o con altas temperaturas, 50ºC<T<100ºC.	

1.2. Protección de la cabeza

Para proteger la cabeza de riesgos como golpes o caídas de objetos,tenemos:

A) Casco: este sirve en ➢ Trabajos donde haya máquinas (retro, dúmper, etc..) ➢ Trabajos en zanjas ➢ Trabajos en andamios ➢ Trabajos en altura ➢ Trabajos realizados con pistolas grapadoras.	

1.3. Protección de las vías respiratorias

Para proteger las vías respiratorias de riesgos laborales tenemos:

A) Máscaras contra polvo y gases: ➢ Operaciones de pintura y recubrimiento. ➢ Manipulación de disolventes o materiales que contengan (tintes, adhesivos, limpiadores). ➢ Algunos pesticidas. ➢ Barnices y encolados.	
B) Máscara autofiltrante para pólvoras fibrógenas: ➢ Corte de piedra. ➢ Limpieza de fachadas. ➢ Limpieza de edificios abandonados.	
C) Contra el polvo máscara autofiltrante para pólvoras no tóxicas: ➢ Corte de piedra. ➢ Limpieza de fachadas. ➢ Limpieza de edificios abandonados.	

1.4. Protección del cuerpo

Para proteger el cuerpo de riesgos laborales tenemos:

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores a tener en cuenta para la elección y utilización de la ropa de trabajo
Acciones generales.	➢ Por contacto. ➢ Desgaste debido a la utilización	➢ Protección del tronco. ➢ Resistencia al desgarro, alargamiento, al principio de la rasgadura
Acciones mecánicas	➢ Por abrasivos de decapaje, objetos puntiagudos y cortantes.	➢ Resistencia a la penetración
Acciones térmicas	➢ Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente. ➢ Contacto con las llamas. ➢ Para trabajos de soldadura.	➢ Aislamiento contra el frío y el calor, mantenimiento de la función protectora. ➢ Incombustibilidad, resistencia a la llama. ➢ Protección resistencia a la radiación y a las proyecciones de metal en fusión.
Acción de electricidad	➢ Tensión eléctrica.	➢ Aislamiento eléctrico.
Acciones químicas	➢ Daños debidos a acciones químicas.	➢ Estanqueidad y resistencia a las agresiones químicas.
Acción de la humedad	➢ Penetración de agua	➢ Permeabilidad al agua.

Falta de visibilidad	➢ Percepción insuficiente.	➢ Color y retroreflexión.
Contaminación	➢ Contacto con productos radiactivos.	➢ Estanqueidad, aptitud para la descontaminación resistencia.

1.5. Protección de los oídos

Para proteger los oídos de riesgos laborales tenemos:

A) Tapones para el oído: **Ventajas:** ➢ Pequeños y fácilmente transportables ➢ Compatibles y confortables con otras protecciones personales ➢ Facilidad de movimientos en espacios confinados ➢ Costo más bajo **Inconvenientes:** ➢ Ruidoso al caminar y susceptible de producir resonancias. ➢ Requiere mayor tiempo de aprendizaje y colocación. ➢ No se puede introducir ni extraer con las manos sucias. ➢ No se puede utilizar en oídos sanos. ➢ Mal control visual de su utilización.	

B) Auriculares autónomos:

Ventajas:

- Protección mayor y más variable.
- Buena adaptación.
- Mejor admitidos por los operarios.
- Fácil control visual de su utilización.
- Las afecciones lleves de oído no descartan su uso.
- Se pierden con menos facilidad.

Inconvenientes:

- Molestos en ambientes calurosos.
- Mantenimiento, conservación y almacenaje.
- El uso continuado reduce la protección (se reduce el ajuste).
- Dificultan el movimiento de los operarios.
- Son más caros.
- Transmiten la vibración a la parte ósea.

1.6. Protección de la columna vertebral

Para proteger la columna vertebral de riesgos laborales tenemos:

A)Faja Lumbar

Normas de utilización:

- En todos los trabajos en los que haya riesgo de sobreesfuerzos.
- En todos aquellos trabajos en los que haya vibraciones por la actividad o por la maquinaria utilizada.
- En todos aquellos trabajos que supongan levantamiento de pesos.

1.7. Protección de los pies

Para proteger los pies de riesgos laborales tenemos:

A) Para la protección de los pies se utilizará una bota estándar, la presencia de la puntera de seguridad protege contra un impacto equivalente a 200 julios.

Calzado de protección con suela antiperforante:

- Trabajos de obra grande, ingeniería civil y construcción de carreteras.
- Trabajos en andamios.
- Obras de demolición.
- Obras de construcción de hormigón, encofrado y desencofrado.
- Actividades en las obras de construcción o áreas de almacenaje.
- Obras de azoteas.
- Reparación de aceras.

Calzado de protección sin suela antiperforante: ➢ Trabajos en puentes metálicos, edificios metálicos de gran altura, postes, torres, ascensores, etc.. ➢ Obras de construcción, montaje de instalaciones de calefacción, ventilación y estructuras metálicas. ➢ Trabajos en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombros. ➢ Instalaciones eléctricas, agua, gas, etc. Calzado de seguridad con taco y antiperforante: ➢ Obras de azotea.	

1.8. Protección de Anti caídas

Para protegerse una caida por riesgos laborales tenemos:

A) El ámbito de utilización del Arnés y cinturón de seguridad será preceptivo para todos los trabajos en altura. Se clasifican del siguiente modo: ➢ Sistema de sujeción en posición de trabajo. ➢ Sistema anticaídas. ➢ Dispositivos anticaídas. ➢ Dispositivos de descenso.	Arnés

Actividades que pueden requerir la utilización de estos equipos de protección: ➢ Trabajos en andamios. ➢ Montaje de piezas prefabricadas. ➢ Trabajos en postes. ➢ Trabajos en pozos y canalizaciones. ➢ Trabajos con plataforma móvil. ➢ Trabajos con cesta de brazo hidráulico.	Cinturón de Seguridad

1.9. Protección de Ocular

Para proteger la vista de riesgos laborales tenemos:

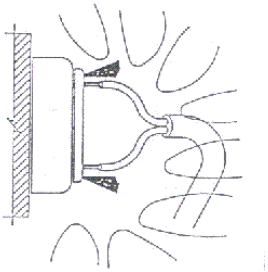
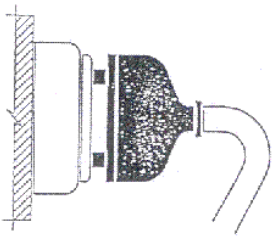
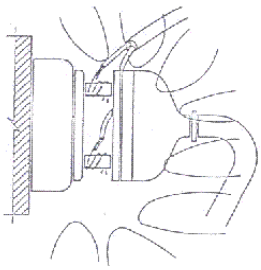
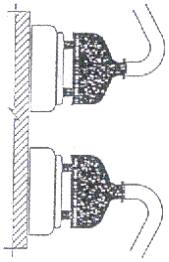
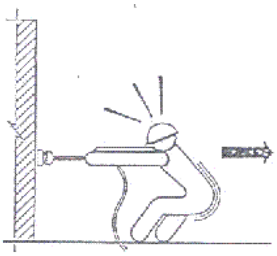
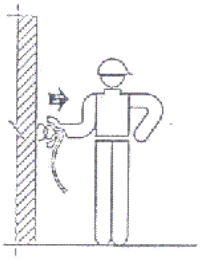
A) El equipo escogido deberá: En caso de riesgo múltiple que exija el uso de varios equipos, deberán ser compatibles. Ser de uso personal; si por circunstancias es necesario el uso de un equipo por varios trabajadores, se deberán tomar medidas para que no causen ningún problema de salud o de higiene. Protectores para su uso frente a : ➢ Uso básico ➢ Radiación ➢ Gotas de líquido ➢ Rayo de líquido ➢ Partículas grandes de polvo ➢ Partículas finas de polvo ➢ Arco eléctrico ➢ Corte con radial ➢ Soldadura oxiacetilénica	Careta de Soldador Gafas de soldar Lentes de Protección

➢ Oxicorte	

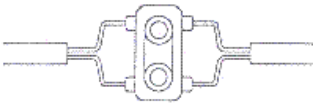
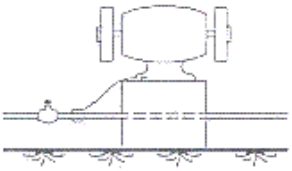
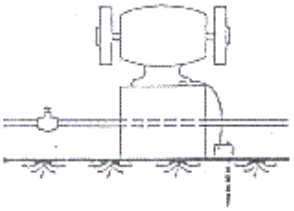
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA

A continuacion daremos unas recomendaciondes de como se debe tener las conexiones elecricas en la obra asegurando la “Seguridad y salud" para prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales.

2.1. Conexiones incorrectas

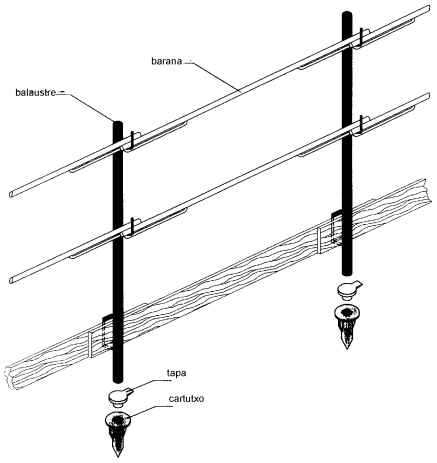
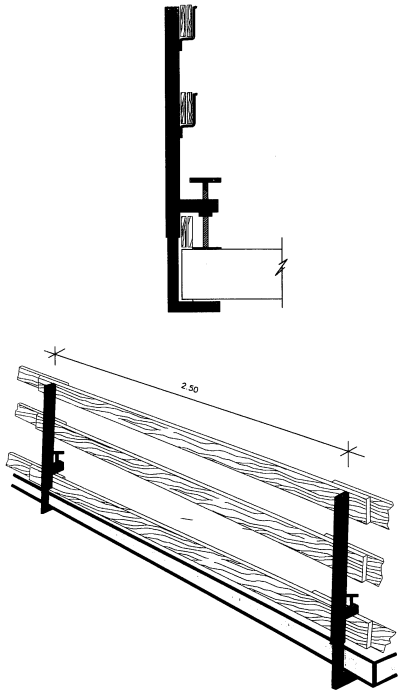
No son correctas:	Si son correctas:
	
	
	

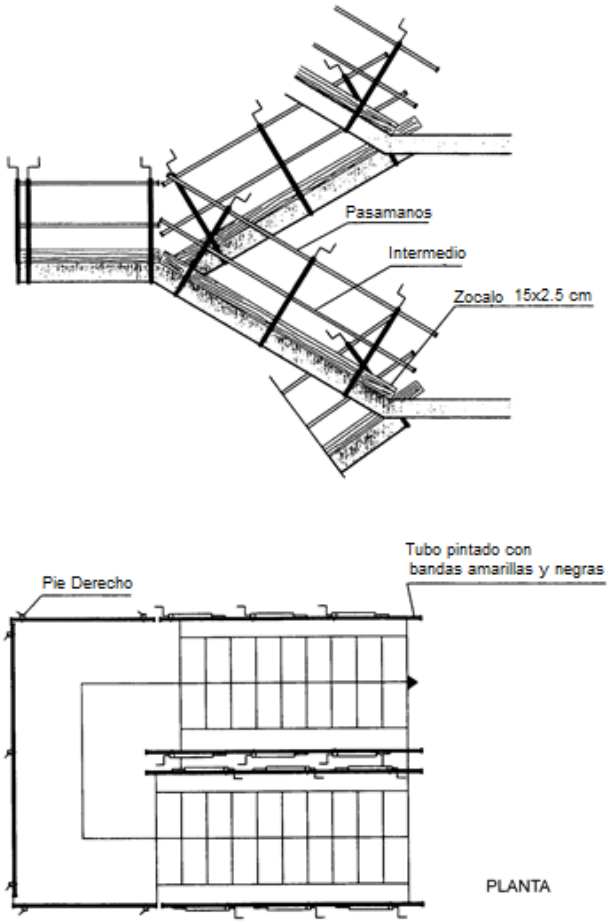
2.2. Conexiones prohibidas

No son correctas:	Si son correctas:
	
	

3. INSTALACION DE BARANDAS

Uno de los sistemas de protección más utilizado en las obras de edificación para la protección de bordes de forjados, ya sean perímetros o interiores, son las barandas, considerando éstas como el conjunto formado por elementos verticales y horizontales de protección. La altura mínima permitida es de 90cm. Las barandas deberán ser rígidas y con la resistencia adecuada.

A) Tipo Balaustre:	
B) Tipo Sargento:	

C) Para escaleras:	

4. MEDIOS AUXILIARES

4.1. Mezcladora de concreto

La utilizacion de esta maquina conlleva los riesgos de atrapamientos, de contactos eléctricos, golpes para que no se produzcan accidentes: Se comprobará que las tomas de los enchufes estén en buen estado y las clavijas serán estancas. La correa de transmisión y los órganos móviles, motor, polea, etc. deben estar siempre con las protecciones colocadas. Se colocará dentro del perímetro cerrado de la obra. Estará en buen estado de conservación para no producir otros riesgos a causa del mal funcionamiento de ésta. No introducir nunca ninguna parte del cuerpo dentro del bombo cuando la hormigonera esté en marcha para que las aspas interiores no produzcan golpes. En caso de manipularla se realizará entre varias personas para no sufrir sobreesfuerzos	

4.2. Sierra Radial

La sierra radial comporta el riesgo de cortes y heridas por contacto con el disco y también el de proyección de fragmentos y trozos del disco en caso de rotura de los mismos, con los consiguientes riesgos de proyección de partículas a los ojos.

Para realizar las tareas de trabajo con la máquina radial se:

- Comprobará que la máquina tiene el interruptor desconectado
- Comprobará que dispone del resguardo del disco correspondiente
- Comprobación de las tomas de corriente
- Utilización de guantes
- Utilización de gafas antiimpactos
- Calzado de seguridad

4.3. Martillo eléctrico y neumático

El martillo eléctrico y pneumático comporta los riesgos de proyección de fragmentos y partículas, el ruido, las vibraciones y el polvo.

Para realizar las tareas de trabajo con el martillo :

- Se comprobará que disponga de los enchufes en buen estado.
- Se comprobarán las tomas de aire.
- Se utilizarán guantes, calzado de seguridad, gafas y protectores acústicos)

4.4. Herramientas Auxiliares

Martillo, pico, pala, paleta, cubo, maceta, escarpa, etc. Las herramientas que disponen estarán en buen estado de conservación , y en caso contrario la empresa les proporcionará herramientas en buen estado para que éstas no comporten otros riesgos por causas del mal estado de las mismas. Los trabajos se realizarán con cuidado de no golpear al resto de compañeros. Al finalizar el trabajo no hay que dejar las herramientas abandonadas en el suelo, ya que esto provoca caídas y golpes. Las herramientas eléctricas enchufarlas con la clavija , no directamente con los cables.	

4.5. Máquina de movimiento de tierras

A) Riesgos mas frecuentes:

- Atropellos o atrapamientos.
- Vuelcos y deslizamientos de la máquina.
- Maquinas en marcha fuera de control
- Caídas por pendientes.
- Choques con otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Ruido y vibraciones.
- Interferencias con infraestructuras urbanas.
- Quemaduras, golpes o caídas de objetos y personas.

B) Medidas preventivas:

- Perfecto conocimiento de la maquinaria a utilizar.
- Correcto uso y mantenimiento de la maquinaria.
- Se prohíbe el acceso a personas no autorizadas.
- Se prohíbe levantar o transportar personal.
- Uso de los EPI recomendables.
- Se prohíbe el acceso a la zona de influencia de la maquina mientras este trabajando.
- Se colocarán banderolas para impedir el contacto con líneas eléctricas aéreas.

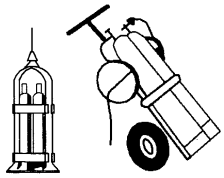
5. SOLDADURA

5.1. Grupo oxicorte

A) Observaciones:

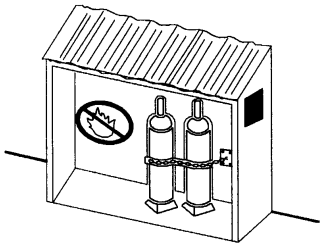
- No se utilizará grasa en la manipulación de las botellas de oxigeno.
- Se utilizarán siempre en posición vertical y sujetos.
- Se revisará periódicamente el estado de los equipos, comprobando la posible existencia de fugas en el grupo oxicorte y el estado del cable de alimentación en la soldadura eléctrica.
- Se harán revisiones o inspecciones por personal especializado.

Transporte

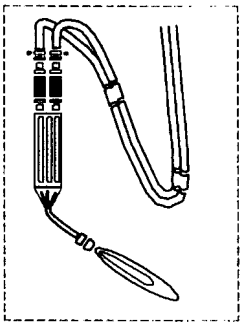


Vertical y horizontal

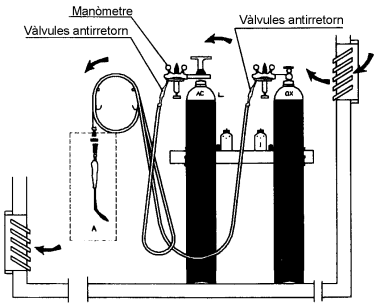
Almacenaje



Detalle Doble de válvula antirretorno



Instalación de bombonas de oxígeno y acetileno



FORMULARIO Nº 01

ANEXO 01

PERÚ Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

REGLAMENTO DE LA LEY Nº 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

NOTIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

(Art. 112º, Art. 113º y Art. 114º)

AÑO _____ MES _____

MARCAR CON UNA (X) EN LO QUE CORRESPONDA (Para ser llenado por el Empleador).

AVISO DE ACCIDENTE MORTAL (Art. 112º) ☐

AVISO DE INCIDENTE PELIGROSO (Art. 112º) ☐

1.- FECHA DE PRESENTACIÓN ☐☐☐☐☐☐
DÍA MES AÑO

I.- DATOS DEL EMPLEADOR

2.- RAZÓN SOCIAL:

3.- RUC:

4.- DOMICILIO PRINCIPAL:

5.- DEPARTAMENTO

6.- PROVINCIA

7.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

8.- ACTIVIDAD ECONÓMICA (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

9.- Nº DE TRABAJADORES

M ☐ F ☐

10.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

II.- DATOS DE LA EMPRESA USUARIA (DONDE EJECUTA LAS LABORES)

11.- RAZON SOCIAL:

12.- RUC:

13.- DOMICILIO PRINCIPAL:

14.- DEPARTAMENTO

15.- PROVINCIA

16.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

17.- ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

18.- Nº DE TRABAJADORES

M ☐ F ☐

19.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

Nota.- La notificación se efectúa mediante el aplicatico electrónico puesto a disposición en el portal institucional del MTPE. En aquellas zonas geográficas en las que no exista acceso a internet, con carácter excepcional, la notificación se efectúa mediante formato manual debidamente llenado, que será presentado a la Dirección Regional y / o Zona de Trabajo y Promoción del Empleo que corresponda. Se entiende que el **AVISO DE ACCIDENTE DE TRABAJO MORTAL (Art. 112º)** y, **AVISO DE INCIDENTE PELIGROSO (Art. 112º)** serán notificados al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo dentro de las 24 horas de ocurrido o conocido el hecho.

III.- DATOS DEL TRABAJADOR ACCIDENTADO (en caso de tratarse de accidente mortal)

20.- APELLIDOS Y NOMBRES

21.- DNI / CE

22.- DOMICILIO

23.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

24.- DEPARTAMENTO

25.- PROVINCIA

26.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

27.- CATEGORÍA OCUPACIONAL

TABLA Nº 01

28.- ASEGURADO (Marcar)

Si | No

29.- ESSALUD

30.- EPS

31.- EDAD

32.- FECHA DEL ACCIDENTE

DÍA MES AÑO

33.- HORA DEL ACCIDENTE

H MM

34.- GÉNERO

M F

35.- FORMA DEL ACCIDENTE (TABLA Nº 03)

36.- AGENTE CAUSANTE (TABLA Nº 04)

IV.- DATOS DEL INCIDENTE PELIGROSO

37.- FECHA:

DÍA MES AÑO

38- HORA

H MM

39.- TIPO DE INCIDENTE PELIGROSO (TABLA Nº 07)

40.- DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE PELIGROSO:

TABLAS DEL FORMATO Nº 01

Tabla 1: CATEGORIA DEL TRABAJADOR

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	FUNCIONARIO
2	EMPLEADO
3	OBRERO
4	CAPATÁZ
5	OPERARIO
6	OFICIAL
7	PEÓN
8	AGRICULTOR
0	OTROS 8ESPECIFICAR)

Tabla 2: ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

CÓDIGO CIIU	
A	Agricultura
B	Pesca
C	Minas y Canteras
D	Manufactura
E	Electricidad, Gas y Agua
F	Construcción
G	Comercio
H	Hoteles y Restaurantes
I	Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones
J	Intermediación Financiera
K	Activ. Inmob. Empresariales
L	Administración Pública y defensa
M	Enseñanza
N	Servicios sociales y de salud
O	Servicios.

Tabla 3: FORMA DEL ACCIDENTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	CAIDA DE PERSONAS A NIVEL
2	CAIDA DE PERSONAL DE ALTURA
3	CAIDA DE PERSONAS AL AGUA
4	CAIDA DE OBJETOS
5	DERRUMBES O DESPLOMES DE INSTALACIONES
6	PISADAS SOBRE OBJETO
7	CHOQUE CONTRA OBJETO
8	GOLPES POR OBJETOS (EXCEPTO CAIDAS)
9	APRISIONAMIENTO O ATRAPAMIENTO
10	ESFUERZOS FISICOS O FALSOS MOVIMIENTOS
11	EXPOSICIÓN AL FRÍO
12	EXPOSICIÓN AL CALOR
13	EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES
14	EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES
15	EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS
16	CONTACTO CON ELECTRICIDAD
17	CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS
18	CONTACTO CON PLAGUICIDAS
19	CONTACTO CON FUEGO
20	CONTACTO CON MATERIAS CALIENTES O INCANDESCENTES
21	CONTACTO CON FRÍO
22	CONTACTO CON CALOR
23	EXPLOSIÓN O IMPLOSIÓN
24	INCENDIO
25	ATROPELLAMIENTO POR ANIMALES
26	MORDEDURA DE ANIMALES
27	CHOQUE DE VEHÍCULOS
28	ATROPELLAMIENTO POR VEHÍCULOS
29	FALLA EN MECANÍSMOS PARA TRABAJOS HIPERBÁRICOS
30	AGRESIÓN CON ARMAS
00	OTRAS FORMAS

Tabla 4: AGENTE CAUSANTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
PARTES DE LA EDIFICACIÓN	
1	PISO
2	PAREDES
3	TECHO
4	ESCALERA
5	RAMPAS
6	PASARELAS
7	ABERTURAS, PUERTAS,PORTONES, PERSIANAS
8	VENTANAS
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	
9	TUBOS DE VENTILACIÓN
10	LÍNEAS DE GAS
11	LÍNEAS DE AIRE
12	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE AGUA
13	CABLEADO DE ELÉCTRICIDAD
14	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE MATERIAS PRIMAS O PRODUCTOS
15	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE DESAGUES
16	REJILLAS
17	ESTANTERÍAS
18	ELÉCTRICIDAD
19	VEHÍCULOS O MEDIOS DE TRANSPORTE EN GENERAL
20	MÁQUINAS Y EQUIPOS EN GENERAL
21	HERRAMIENTAS (PORTATILES, MANUALES, MECÁNICOS, ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS, ETC.)
22	APARATOS PARA IZAR O MEDIOS DE ELEVACIÓN
23	ONDA EXPANSIVA
MATERIALES Y/O ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO	
24	MATRICES
25	PARALELAS
26	BANCOS DE TRABAJO
27	RECIPIENTES
28	ANDAMIOS
29	ARCHIVOS
30	ESCRITORIOS
31	ASIENTOS EN GENERAL
32	MUEBLES EN GENERAL
33	MATERIAS PRIMAS
34	PRODUCTOS ELABORADOS
OTROS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS AL AMBIENTE DE TRABAJO	
35	ANIMALES
36	VEGETALES
37	FACTORES CLIMÁTICOS
38	ARMA BLANCA
39	ARMA DE FUEGO
40	SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 7: TIPO DE INCIDENTE PELIGROSO

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	EXPLOSIONES DE SUSTANCIAS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS, GASEOSOS)
2	EXPLOSIONES DE RECIPIENTES A PRESIÓN
3	EXPLOSIONES POR TIRO CORTADO
4	ESCAPES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (TÓXICAS, CORROSIVAS, ASFIXIANTES, ETC.)
5	ESCAPES DE SUSTANCIAS RADIOACTIVAS
6	DERRUMBES (ZANJAS, TALUDES, CALZADURAS, EXCAVACIONES, ETC.)
7	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS
8	CAÍDA DE CARGAS IZADAS (CONTENEDORES, PAQUETES DECARGAS, ETC.)
9	DESPLOME DE RUMAS DE CARGAS ALMACENADAS
10	DESPLOME DE INSTALACIONES CIVILES (PAREDES, TECHOS, PISOS)
11	DESPLOME DE ESTRUCTURAS (ANDAMIOS, ESTRUCTURAS METÁLICAS, TORRES DE ALTA TENSIÓN, ETC.)
12	CAÍDA DE CABLES DE ALTA TENSIÓN - CONTACTO DE MAQUINARIAS O PARTE DE ELLAS CON CABLES DE ALTA TENSIÓN
13	GENERACIÓN DE RUIDOS CONTINUOS SOBRE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
14	FUGA DE AGENTES PATÓGENOS
15	FUGA, DERRAME DE MATERIALES Y QUÍMICOS PELIGROSOS
16	TRASLADO DE MATERIALES Y QUÍMICOS PELIGROSOS SIN PLAN DE CONTINGENCIA
17	EXPOSICIÓN A LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN CON O SIN INSTALACIÓN A TIERRA
18	INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS SIN REALIZAR PREVIAMENTE EL MONITOREO DE AGENTES NOCIVOS
19	VOLCADURA DE BOTELLAS PRESURIZADAS
20	TORMENTAS ELÉCTRICAS INUSUALES
21	ATRAPAMIENTO SIN DAÑO (DENTRO, FUERA, ENTRE, DEBAJO)
22	GENERACIÓN DE VOLCADURA CON EXPLOSIVOS SIN PREVIO AVISO
23	OPERAR EQUIPOS, MÁQUINAS SIN AUTORIZACIÓN Y / O LICENCIA
24	DESACTIVAR DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD SIN AVISO O AUTORIZACIÓN
25	USAR EQUIPOS, MÁQUINAS INADECUADAS
26	USAR EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL INADECUADOS EN TRABAJOS DE ALTO RIESGO
27	DESASTRES NATURALES
28	EXPOSICIÓN EN EXCESO A QUÍMICOS
29	EXPOSICIÓN EN EXCESO A TEMPERATURAS EXTREMAS
30	EXPOSICIÓN CONTINUA A EXCESIVA ILUMINACIÓN
31	EXPOSICIÓN EN AMBIENTES CON VENTILACIÓN INADECUADA
32	TRABAJOS CON CAPACIDAD FÍSICA / FISIOLÓGICA INADECUADA
33	TRABAJOS CON CAPACIDAD MENTAL / PSICOLÓGICA INADECUADA
34	TRABAJOS CON ESTRÉS MENTAL O PSICOLÓGICO
35	CAIDA DE UN ASCENSOR
36	CHOQUE DE VEHÍCULOS DE TRABAJO
37	DERRUMBE DE UNA CONSTRUCCIÓN
38	DERRUMBE DE UNA MINA
39	INCENDIO DE UN CENTRO DE TRABAJO
00	OTROS

FORMULARIO Nº 02

ANEXO 02

PERÚ Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

REGLAMENTO DE LA LEY Nº 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

NOTIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

(Art. 112º, Art. 113º y Art. 114º)

AÑO_____ MES _____

MARCAR CON UNA (X) EN LO QUE CORRESPONDA (Para ser llenado por el Centro Médico Asistencial)

AVISO DE ACCIDENTE NO MORTAL (Art. 112º) ☐ AVISO DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES (Art. 112º) ☐

1.- FECHA DE PRESENTACIÓN ☐☐☐☐☐☐
DÍA MES AÑO

I.- DATOS DEL EMPLEADOR

2.- RAZÓN SOCIAL:

3.- RUC:

4.- DOMICILIO PRINCIPAL:

5.- DEPARTAMENTO

6.- PROVINCIA

7.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

8.- ACTIVIDAD ECONÓMICA (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

9.- Nº DE TRABAJADORES

M F

10.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

II.- DATOS DE LA EMPRESA USUARIA (DONDE EJECUTA LAS LABORES)

11.- RAZÓN SOCIAL:

12.- RUC:

13.- DOMICILIO PRINCIPAL:

14.- DEPARTAMENTO

15.- PROVINCIA

16.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

17.- ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

18.- Nº DE TRABAJADORES

M F

19.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

Nota.- La notificación se efectúa mediante el aplicatico electrónico puesto a disposición en el portal institucional del MTPE. En aquellas zonas geográficas en las que no exista acceso a internet, con carácter excepcional, la notificación se efectúa mediante formato manual debidamente llenado, que será presentado a la Dirección Regional y / o Zona de Trabajo y Promoción del Empleo que corresponda. Se entiende que el **AVISO DE ACCIDENTE DE TRABAJO NO MORTAL (Art. 112º)** se notificará al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo hasta el último día hábil del mes siguiente y, **AVISO DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES (Art. 112º)** se notificará al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, dentro de un plazo de (5) días hábiles de conocido el diagnóstico.

III.- DATOS DEL TRABAJADOR

20.- APELLIDOS Y NOMBRES:

21.- DNI / CE

22.- DOMICILIO:

23.- DEPARTAMENTO

24.- PROVINCIA

25.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

26.- CATEGORÍA OCUPACIONAL (TABLA Nº 01)

27.-ASEGURADO (Marcar) SI NO

28.- ESSALUD

29.- EPS

30- EDAD

31.- GÉNERO M F

IV.- DATOS DEL ACCIDENTE DE TRABAJO (no mortal)

32.- FECHA DEL ACCIDENTE DIA MES AÑO

33.- HORA DEL ACCIDENTE H MM

34.- FORMA DE ACCIDENTE (TABLA Nº 03)

35.- AGENTE CAUSANTE (TABLA Nº 04)

CERTIFICACIÓN MÉDICA

36.- CENTRO MÉDICO ASISTENCIAL:

37.- RUC

38.- FECHA DE INGRESO DIA MES AÑO

39.- PARTE DEL CUERPO AFECTADO (TABLA Nº 05)

40.- NATURALEZA DE LA LESIÓN (TABLA Nº 06)

CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE (Marcar con una X en lo que corresponda)

41.- ACCIDENTE LEVE

42.- ACCIDENTE INCAPACITANTE:

42.-1 TOTAL TEMPORAL

42.-2 PARCIAL PERMANENTE

42.-3 TOTAL PERMANENTE

43.- ACCIDENTE MORTAL

V.- DATOS DE LA ENFERMEDAD PROFESIONAL U OCUPACIONAL

44.- NOMBRE Y NATURALEZA DE LA ENFERMEDAD OCUPACIONAL:

CIE. - 10 (TABLA Nº 08)

FACTOR DEL RIESGO CAUSANTE (Marcar con X los recuadros que corresponda)

45.- FÍSICOS

46.- QUÍMICOS

47.- BIOLÓGICOS

48.- ERGONÓMICO

49.- PSICO - SOCIAL

CERTIFICACIÓN MÉDICA

50.- CENTRO MÉDICO ASISTENCIAL:

51.- RUC:

52.- FECHA DE INGRESO: DÍA MES AÑO

53.- ENFERMEDAD OCUPACIONAL (TABLA Nº 08)

TABLAS DEL FORMATO Nº 02

Tabla 1: CATEGORIA DEL TRABAJADOR

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	FUNCIONARIO
2	EMPLEADO
3	OBRERO
4	CAPATÁZ
5	OPERARIO
6	OFICIAL
7	PEÓN
8	AGRICULTOR
0	OTROS ESPECIFICAR)

Tabla 2: ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

CÓDIGO CIIU	
A	Agricultura
B	Pesca
C	Minas y Canteras
D	Manufactura
E	Electricidad, Gas y Agua
F	Construcción
G	Comercio
H	Hoteles y Restaurantes
I	Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones
J	Intermediación Financiera
K	Activ. Inmob. Empresariales
L	Administración Pública y defensa
M	Enseñanza
N	Servicios sociales y de salud
O	Servicios.

Tabla 3: FORMA DEL ACCIDENTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	CAIDA DE PERSONAS A NIVEL
2	CAIDA DE PERSONAL DE ALTURA
3	CAIDA DE PERSONAS AL AGUA
4	CAIDA DE OBJETOS
5	DERRUMBES O DESPLOMES DE INSTALACIONES
6	PISADAS SOBRE OBJETO
7	CHOQUE CONTRA OBJETO
8	GOLPES POR OBJETOS (EXCEPTO CAIDAS)
9	APRISIONAMIENTO O ATRAPAMIENTO
10	ESFUERZOS FISICOS O FALSOS MOVIMIENTOS
11	EXPOSICIÓN AL FRÍO
12	EXPOSICIÓN AL CALOR
13	EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES
14	EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES
15	EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS
16	CONTACTO CON ELECTRICIDAD
17	CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS
18	CONTACTO CON PLAGUICIDAS
19	CONTACTO CON FUEGO
20	CONTACTO CON MATERIAS CALIENTES O INCANDESCENTES
21	CONTACTO CON FRÍO
22	CONTACTO CON CALOR
23	EXPLOSIÓN O IMPLOSIÓN
24	INCENDIO
25	ATROPELLAMIENTO POR ANIMALES
26	MORDEDURA DE ANIMALES
27	CHOQUE DE VEHÍCULOS
28	ATROPELLAMIENTO POR VEHÍCULOS
29	FALLA EN MECANISMOS PARA TRABAJOS HIPERBARICOS
30	AGRESIÓN CON ARMAS
00	OTRAS FORMAS

Tabla 4: AGENTE CAUSANTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
PARTES DE LA EDIFICACIÓN	
1	PISO
2	PAREDES
3	TECHO
4	ESCALERA
5	RAMPAS
6	PASARELAS
7	ABERTURAS, PUERTAS,PORTONES, PERSIANAS
8	VENTANAS
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	
9	TUBOS DE VENTILACIÓN
10	LÍNEAS DE GAS
11	LÍNEAS DE AIRE
12	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE AGUA
13	CABLEADO DE ELÉCTRICIDAD
14	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE MATERIAS PRIMAS O PRODUCTOS
15	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE DESAGUES
16	REJILLAS
17	ESTANTERÍAS
18	ELÉCTRICIDAD
19	VEHÍCULOS O MEDIOS DE TRANSPORTE EN GENERAL
20	MÁQUINAS Y EQUIPOS EN GENERAL
21	HERRAMIENTAS (PORTATILES, MANUALES, MECÁNICOS, ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS, ETC.)
22	APARATOS PARA IZAR O MEDIOS DE ELEVACIÓN
23	ONDA EXPANSIVA
MATERIALES Y/O ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO	
24	MATRICES
25	PARALELAS
26	BANCOS DE TRABAJO
27	RECIPIENTES
28	ANDAMIOS
29	ARCHIVOS
30	ESCRITORIOS
31	ASIENTOS EN GENERAL
32	MUEBLES EN GENERAL
33	MATERIAS PRIMAS
34	PRODUCTOS ELABORADOS
OTROS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS AL AMBIENTE DE TRABAJO	
35	ANIMALES
36	VEGETALES
37	FACTORES CLIMÁTICOS
38	ARMA BLANCA
39	ARMA DE FUEGO
40	SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 5: PARTE DEL CUERPO AFECTADO

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	REGIÓN CRANEANA (CRÁNEO, CUERO CABELLUDO)
2	OJOS (CON INCLUSIÓN DE LOS PÁRPADOS, LA ÓRBITA Y EL NERVIO ÓPTICO)
3	BOCA (CON INCLUSIÓN DE LABIOS, DIENTES Y LENGUA)
4	CARA (UBICACIÓN NO CLASIFICADA EN OTRO EPÍGRAFE)
5	NARIZ Y SENOS PARANASALES
6	APARATO AUDITIVO
7	CABEZA, UBICACIONES MÚLTIPLES
8	CUELLO
9	REGIÓN CERVICAL
10	REGIÓN DORSAL
11	REGIÓN LUMBOSACRA (COLUMNA VERTEBRAL Y MUSCULAR ADYACENTES)
12	TÓRAX (COSTILLAS, ESTERNÓN)
13	ABDOMEN (PARED ABDOMINAL)
14	PELVIS
15	TRONCO, UBICACIONES MÚLTIPLES
16	HOMBRO (INCLUSIÓN DE CLAVÍCULAS, OMOPLATO Y AXILA)
17	BRAZO
18	CODO
19	ANTEBRAZO
20	MUÑECA
21	MANO (CON EXCEPCIÓN DE LOS DEDOS SOLOS)
22	DEDOS DE LA MANO
23	MIEMBRO SUPERIOR, UBICACIONES MÚLTIPLES
24	CADERA
25	MUSLO
26	RODILLA
27	PIERNA
28	TOBILLO
29	PIE (CON EXCEPCIÓN DE LOS DEDOS)
30	DEDOS DE LOS PIES
31	MIEMBRO INFERIOR, UBICACIONES MÚLTIPLES
32	APARATO CARDIOVASCULAR EN GENERAL
33	APARATO RESPIRATORIO EN GENERAL
34	APARATO DIGESTIVO EN GENERAL
35	SISTEMA NERVIOSO EN GENERAL
36	MAMAS
37	APARATO GENITAL EN GENERAL
38	APARATO URINARIO EN GENERAL
39	SISTEMA HAMATOPOYÉTICO EN GENERAL
40	SISTEMA ENDOCRINO EN GENERAL
41	PIE (SOLO AFECCIONES DÉRMICAS)
42	APARATO PSÍQUICO EN GENERAL
43	UBICACIONES MÚLTIPLES, COMPROMISO DE DOS O MAS SONAS AFECTADAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA
44	ÓRGANO, APARATO O SISTEMA AFECTADO POR SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 6: NATURALEZA DE LA LESIÓN

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	ESCORIACIONES
2	HERIDAS PUNZANTES
3	HERIDAS CORTANTES
4	HERIDAS CONTUSAS (POR GOLPES O DE BORDES IRREGULA)
5	HERIDA DE BALA
6	HERIDA DE TEJIDOS
7	CONTUSIONES
8	TRAUMATISMOS INTERNOS
9	TORCEDURAS Y ESQUINCES
10	LUXACIONES
11	FRACTURAS
12	AMPUTACIONES
13	GANGRENAS
14	QUEMADURAS
15	CUERPO EXTRAÑO EN OJOS
16	ENUCREACIÓN (PÉRDIDA OCULAR)
17	INTOXICACIONES
18	INTOXICACIONES POR PLAGUICIDAS
19	ASFIXIA
20	EFECTOS DE ELÉCTRICIDAD
21	EFECTOS DE LAS RADIACIONES
22	DISFUNCIONES ORGÁNICAS
00	OTROS

Tabla 8: ENFERMEDAD PROFESIONAL U OCUPACIONAL

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	ASMA PROFESIONAL CAUSADA POR AGENTES SENSIBILIZANTES O IRRITANTES
2	ENFERMEDADES OCACIONADAS POR AGENTES QUÍMICOS, TÓXICOS Y OTROS
3	SILICOSIS
4	ASBESTOSIS
5	NEUMOCONIOSIS POR EXPOSICIÓN A POLVO DE CARBÓN
6	TALCOSIS, SILICOCAOLINOSIS Y OTRAS SILICATOSIS
7	NEOPLASIA POR EXPOSICIÓN AL ASBESTO
8	NEOPLASIA MALIGNA POR EXPOSICIÓN AL CLORURO DE VINILO
9	HIPOACUSIA O SORDERA PROVOCADA POR EL RUIDO
10	ENFERMEDADES OSTEOARTICULARES O ANGIONEURÓTICAS PROVOCADAS POR LAS VIBRACIONES MECÁNICAS
11	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR LAS VIBRACIONES REPETIDAS DE TRANSMISIÓN VERTICAL
12	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR POSTURAS FORZADAS Y MOVIMIENTOS REPETIDOS EN EL TRABAJO
13	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR TRABAJOS BAJO PRESIÓN DE AIRE Y AGUA
14	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR RADIACIONES IONIZANTES
15	VIRUS DE HEPATITIS B, HEPATITIS C, VIH Y OTRAS INFECCIONES VIRÍCAS
16	MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS
17	LEISHMANÍA DONAVANI TRÓPICA
00	OTRAS FORMAS

NORMA TECNICA PERUANA

NTP 399.010-1
2004

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138 - San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima-Perú

SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad

SECURITY SIGNALS. Colours, symbols, forms and dimensions of security signals. Part 1: Rules for design of security signals

2004-12-02
2ª Edición

R.0131-2004/INDECOPI-CRT.Públicada el 2005-01-13 Precio basado en 94 páginas
I.C.S.: 13.100.01 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Señales de seguridad, colores, símbolos, formas, dimensiones, reglas para el diseño

ÍNDICE

página

	INDICE	i
	PREFACIO	iii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	2
4.	DEFINICIONES	2
5.	COLORES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	6
6.	COLORES DE CONSTRASTE	7
7.	SÍMBOLOS	7
8.	FORMAS GEOMÉTRICAS Y SIGNIFICADO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	8
9.	TIPOS DE SEÑALES SEGÚN LUMINISCENCIA	10
10	REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	10
11.	UBICACIÓN DE LA INFORMACIÓN ADICIONAL, CARTELES DE SEGURIDAD Y SEÑALES MÚLTIPLES	16
12.	DISEÑO DE LAS FRANJAS DE SEGURIDAD	22
13.	RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD Y LA DISTANCIA DE OBSERVACIÓN	24
14.	MATERIALES	24
15.	SEÑALIZACIÓN BÁSICA	25
16.	ANTECEDENTES	26
	ANEXOS	

ANEXO A 27
ANEXO B 33
ANEXO C 93
ANEXO D 94

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Seguridad contra Incendios, durante los meses de octubre de 2003 a marzo de 2004, mediante el Sistema 2 u Ordinario, utilizando como antecedentes a los que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Seguridad Contra Incendios presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2004-04-21 el PNTP 399.010-1:2004, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-07-27. Habiéndose presentado observaciones las cuales fueron revisadas por el Comité Técnico de Normalización en coordinación con la Comisión, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 399.010-1:2004 SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad**. 2ª Edición, el 13 de enero del 2005.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 399.010:1974. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE NORMA TÉCNICA PERUANA

SECRETARÍA	Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI
PRESIDENTE	Felipe De Rivero Rodríguez - Comité de Fabricantes de extintores de la SNI
VICEPRESIDENTE	Jorge Herbozo Valverde
SECRETARIO	Víctor Ernesto Ulloa Montoya
ENTIDAD	**REPRESENTANTE**
Dirección Nacional de Industrias	Raúl Flores Martínez

Ministerio de la Producción Comandancia General del Ejercito Ministerio de Defensa	Apolinario Huamán Marallano
Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú	Arturo Nolte Maldonado
Alpe Corporación S.A.	Pedro Díaz Correa Martín Palma Camargo
De Rivero Industrial S.A.C.	Guillermo Guembes Ramos Constante Horna
EGRAF Perú SAC.	Ernesto Herrera de Rivero
ETALÓN S.A.	Jacobo Gutarra Alvarez
EXANCO S.A.	Jorge Herbozo
FADEX S.A.C.	Luis Mathey
FIREMAN'S	Saul Montenegro
Instituto Nacional de Defensa Civil	Jhonny Palomino Zevallos Eric Iván Cárdenas Erazo Rolando Jara Díaz
MAPROTEC SAC	María Cardenas

---oooOooo---

SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos, para el diseño, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad.

1.2 El sistema adoptado tiende a hacer comprender, mediante las señales de seguridad, con la mayor rapidez posible, la información para la prevención de accidentes, la protección contra incendios, riesgos o peligros a la salud, facilitar la evacuación de emergencia y también la existencia de circunstancias particulares.

1.3 La rapidez y la facilidad de la identificación de las señales de seguridad queda establecida por la combinación de los colores determinados con una definida forma geométrica, símbolo y leyenda explicativa (véase la Tabla 3).

1.4 En la presente Norma Técnica Peruana también se establecen la identificación de colores de seguridad y de contraste (véase Anexo A).

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de la norma citada seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO/CIE 10526	CIE standard illuminants for colorimetry
2.1.2	CIE 15.2	Colorimetry, second edition
2.1.3	CIE 54	Retroreflection-definition and measurement
2.1.4	IEC 60050-845:1987	International electrotechnical vocabulary (IEV)-Chapter 845:Lighting

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las señales de seguridad que se deben utilizar en todos los locales públicos, privados, turísticos, recreacionales, locales de trabajo, industriales, comerciales, centros de reunión, locales de espectáculos, hospitalarios, locales educacionales, así como lugares residenciales; con la finalidad de orientar, prevenir y reducir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de las emergencias a través de colores, formas, símbolos y dimensiones.

Los sectores que tengan disposiciones referentes a señales de seguridad con criterios normativos diferentes o no estén basados en normas técnicas ni son de aplicación universal deberán adecuarse a lo establecido en la presente Norma Técnica Peruana.

Esta Norma Técnica Peruana no es aplicable para la señalización del tránsito vehicular, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo ni aquellos sectores cuyas señales se rigen por normas especificas.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **cartel:** Es un aviso que contiene la señal de seguridad (véase 4.27) y la información adicional (véase 4.11) referida a la función de dicha señal.

4.2 **coeficiente de Retrorreflexión (**R´) **(De una superficie plana):** Cociente entre la intensidad luminosa (I) del material retrorreflectante, en la dirección de observación, y el producto de la iluminancia ($E_{\perp}$) sobre la superficie retrorreflectante, sobre un plano perpendicular a la dirección de la luz incidente, por la superficie (A).

$$R' = (I / E_{\perp} .A)$$

4.3 **color de contraste:** Es el color que complementa al color de seguridad, mejora las condiciones de visibilidad de la señal y hace resaltar su contenido.

4.4 **color de seguridad:** Color de características bien definidas, al que se le atribuye una significación determinada relacionada con la seguridad.

4.5 **detalle crítico:** Elemento de un símbolo gráfico sin el cual el símbolo gráfico no puede ser entendido.

4.6 **factor de luminancia** (en un punto sobre la superficie de un cuerpo no radiante por sí mismo, en una dirección dada, para condiciones de iluminación determinadas): Relación entre la luminancia del material considerado y la de un difusor – reflector de reflexión perfecta iluminado de forma idéntica.

4.7 **fluorescencia:** Fotoluminiscencia en la cual la radiación óptica emitida es el resultado de la transición directa del nivel de energía de fotoexitación a un nivel inferior. Esa transición tiene lugar generalmente dentro de los 10 ns después de la excitación.

[IEC 60050-845-04-20:1987]

4.8 **fotoluminiscencia:** Luminiscencia causada por absorción de la radiación óptica.

[IEC 60050-845-04-19:1987]

4.9 **fosforescencia:** Fotoluminiscencia retardada producida por almacenamiento de energía en un nivel intermedio.

[IEC 60050-845-04-23:1987]

4.10 **franjas de seguridad:** Franjas que adoptan el uso de colores de seguridad y/o colores de seguridad de contraste para transmitir un mensaje de seguridad o hacer llamativo o claramente visible un objeto o lugar.

4.11 **información adicional:** Es el texto que acompaña a la señal de seguridad que orienta o explica la mejor aplicación de la señal (véase el Anexo B).

4.12 **luminancia de contraste (k):** Luminancia del color de contraste de L_1 dividido por luminancia del color de seguridad de L_2, donde L_1 es mayor que L_2.

$$K = L_1 / L_2$$

4.13 **luminiscencia:** Emisión de radiación óptica por átomos, moléculas o iones de un material, en la cual ciertas longitudes de onda o regiones del espectro están en exceso de la radiación debido a la emisión térmica de este material a la misma temperatura, como un resultado de la excitación de estas partículas por otra energía de agitación térmica.

[IEC 60050-845-04-18:1987]

4.14 **materiales combinados:** Son materiales que combinan las características ópticas de los materiales retroreflectantes y fotoluminiscentes.

4.15 **material ordinario:** Material que no es ni retroreflectante ni fotoluminiscente.

4.16 **material reflectante:** Material que refleja la radiación en dirección contraria a la dirección desde la que proviene.

4.17 **señalización:** Es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc) que se pretende resaltar.

4.18 **señal de advertencia o precaución:** Es la señal de seguridad que advierte de un peligro o de un riesgo.

4.19 **señal de emergencia:** Es la señal de seguridad que indica la ubicación de materiales y equipos de emergencia.

4.20 **señal de evacuación:** Es la señal de seguridad que indica la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad

4.21 **señal de información general:** Es la señal que proporciona información sobre cualquier tema que no se refiere a seguridad.

4.22 **señal de obligación:** Es la señal de seguridad que obliga al uso de implementos de seguridad personal

4.23 **señal de prohibición:** Es la señal de seguridad que prohibe un comportamiento susceptible de provocar un accidente y su mandato es total.

4.24 **señal de protección contra incendios:** Es la señal de seguridad que sirve para ubicar e identificar equipos, materiales o sustancias de protección contra incendios.

4.25 **señales fotoluminiscentes:** Son aquellas señales que emiten luz como consecuencia de la absorción previa de energía luminosa. Este efecto es temporal, (véase anexo A, figura A1).

4.26 **señales retroreflectantes:** Son aquellas señales que ante la presencia de un haz de luz lo reflecta sobre su superficie, (véase anexo A, figura A1).

4.27 **señal de seguridad:** Señal que por la combinación de una forma geométrica y de un color, proporciona una indicación general relativa a la seguridad y que, sí se añade un símbolo gráfico o un texto, proporciona una indicación particular relativa a la seguridad.

4.28 **símbolo (pictograma):** Es un dibujo o la imagen que describe una situación determinada, que indica información representativa, prohibición y que se utiliza en las señales de seguridad.

4.29 **texto de seguridad:** Son las palabras que acompañan a la señal de seguridad y le sirve de refuerzo.

5. COLORES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

5.1 Los colores de seguridad están indicados en la Tabla 1, donde se presenta el color y su significado.

5.2 Las características colorimétricas y fotométricas de los materiales deben ser acorde a lo indicado en el Anexo A.

TABLA 1 – Significado general de los colores de seguridad

Color empleados en las señales de seguridad	Significado y finalidad
ROJO	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios
AZUL[1]	Obligación
AMARILLO	Riesgo de peligro
VERDE	Información de Emergencia
1. El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular.	

6. COLORES DE CONTRASTE

6.1 Los colores de contraste, usados para destacar más el color de seguridad fundamental (véase Tabla 2), son los siguientes:

6.1.1 El blanco, como contraste para el rojo, azul y verde

6.1.2 El negro, como contraste para el amarillo.

TABLA 2 – Colores de contraste

Color de la señal de seguridad	Color de contraste
ROJO	BLANCO
AZUL	BLANCO
AMARILLO	NEGRO
VERDE	BLANCO

6.2 Se aplicarán los colores de contraste a los símbolos que aparezcan en las señales, de manera de lograr un mejor efecto visual.

6.3 Cuando se utilicen señales fotoluminiscentes, el color del material fotoluminiscente será su color de contraste.

7. SÍMBOLOS

7.1 Como complemento de las señales de seguridad se usarán una serie de símbolos en el interior de las formas geométricas definidas.

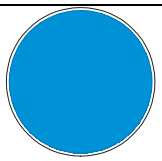
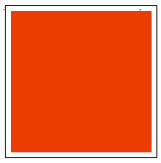
7.2 La presentación de los símbolos debe ser lo más simple posible y deben eliminarse los detalles que no sean esenciales y su dimensión debe ser proporcional al tamaño de la señal a fin de facilitar su percepción y comprensión

NOTA: En el Anexo B se presentan algunos ejemplos de señales de seguridad, símbolos y carteles de seguridad.

8. FORMAS GEOMÉTRICAS Y SIGNIFICADO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

Las formas geométricas, significado, colores de seguridad y contraste de las señales de seguridad, así como ejemplos de uso para los citados colores, están indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3 – Forma geométrica y significado general

FORMA GEOMETRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DEL PICTOGRAMA	EJEMPLO DE USO
CIRCULO CON DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO[a]	NEGRO	Prohibido fumar. Prohibido hacer fuego. Prohibido el paso de peatones.
 CIRCULO	OBLIGACIÓN	AZUL	BLANCO[a]	BLANCO	Use protección ocular Use traje de seguridad. Use mascarilla.
TRIANGULO EQUILÁTERO	ADVERTENCIA	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	Riesgo eléctrico. Peligro de muerte. Peligro ácido corrosivo
CUADRADO RECTÁNGULO	CONDICION DE SEGURIDAD RUTAS DE ESCAPE EQUIPOS DE SEGURIDAD	VERDE	BLANCO[a]	BLANCO	Dirección que debe seguirse. Punto de reunión. Teléfono de emergencia.
 CUADRADO RECTÁNGULO	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO[a]	BLANCO	Extintor de incendio Hidrante incendio. Manguera contra incendios.

CUADRADO RECTÁNGULO	INFORMACIÓN ADICIONAL	BLANCO O EL COLOR DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	NEGRO O EL COLOR DE CONTRASTE DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO O EL DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD RELEVANTE	Mensaje adecuado que refleja el significado del símbolo gráfico.
[a] EL COLOR BLANCO DE CONTRASTE INCLUYE EL COLOR DE CONTRASTE PARA MATERIALES FOSFORESCENTES BAJO LA LUZ DE DIA CON PROPIEDADES DEFINIDAS EN LA TABLA 4.					

9. TIPOS DE SEÑALES SEGÚN SU LUMINISCENCIA

Las señales de acuerdo a su comportamiento ante la luz se clasifican en:

- Señales convencionales
- Señales fotoluminiscentes
- Señales retroreflectantes

10. REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

10.1 Propósito

10.1.1 El propósito de las señales y colores de seguridad es atraer rápidamente la atención de situaciones y objetos que afecten la seguridad y la salud, para lograr un entendimiento rápido de un mensaje específico.

10.1.2 Solo se deben usar señales de seguridad cuando estén relacionadas con la seguridad y la salud.

10.2 Generales

10.2.1 El nivel de iluminación permanente en la superficie de la señal debe ser como mínimo de 50 lux.

10.2.2 Cuando en una instalación no se obtenga el nivel de iluminación especificado en el punto anterior, se debe emplear un alumbrado adicional y se deben utilizar señales fotoluminiscentes, en cuyo caso el color de fondo y el de contraste correspondientes al de seguridad y del símbolo respectivamente, podrán invertirse a objeto de lograr una mejor visualización de la señal. Se deberá tener presente la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia para cada caso específico.

10.2.3 Dentro de los símbolos no debe colocarse texto.

10.2.4 Solamente se deben usar cinco tipos básicos de señales de seguridad, obtenidos de la combinación de los colores de seguridad, formas geométricas y colores de contraste establecidas en el capítulo 8.

10.2.5 Cuando no se cuente con un símbolo gráfico para indicar un mensaje particular deseado, se usara como señal la forma geométrica apropiada conjuntamente con una información adicional.

10.3 De prohibición (véase Figura 1)

10.3.1 Color de fondo: Blanco

10.3.2 Anillo y banda diagonal: Rojo

10.3.3 Símbolo o texto: Negro

10.3.4 Borde: Blanco

10.3.5 El símbolo o texto debe colocarse en el centro de la señal y no debe tapar la barra transversal.

10.3.6 El color rojo debe cubrir como mínimo el 35 % de la superficie total de la señal.

10.3.7 En el caso de que no exista ningún símbolo que signifique una determinada intención, el mensaje debe transmitirse utilizando preferentemente la señal de prohibición (véase Figura 1) sin ningún símbolo, acompañada de un texto colocado sobre el cartel o incluso utilizando en lugar de un símbolo un texto colocado sobre la misma señal de prohibición.

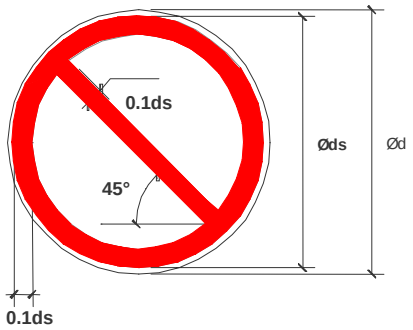


FIGURA 1 – Señal de prohibición

10.4 De obligación (véase Figura 2)

10.4.1 Color de fondo: Azul

10.4.2 Símbolo : Blanco

10.4.3 Borde: Blanco

10.4.4 El color azul debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.4.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del diámetro de la señal

10.4.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

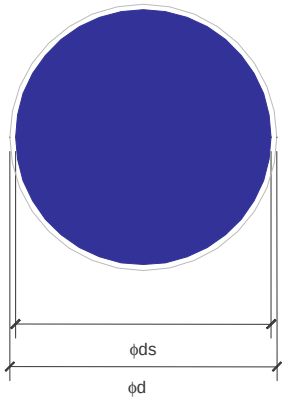


FIGURA 2 – Señal de obligación

10.5 De advertencia (véase Figura 3)

10.5.1 Color de fondo: Amarillo.

10.5.2 Banda Triangular: Negra.

10.5.3 Símbolo: Negro.

10.5.4 Borde: Amarillo o blanco.

10.5.5 El color amarillo debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.5.6 Se debe emplear el color amarillo o blanco para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado de la señal.

10.5.7 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

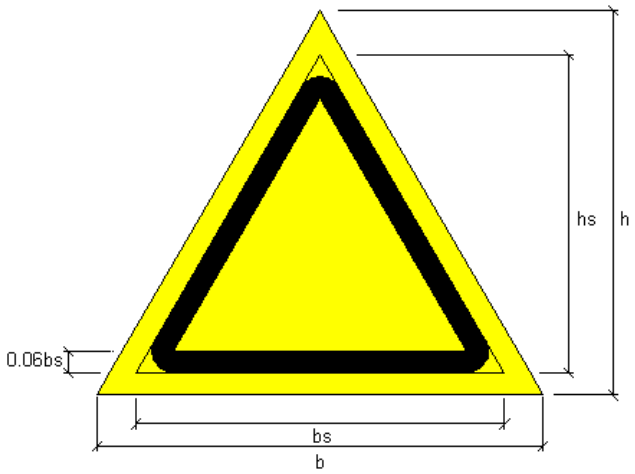


FIGURA 3 – Señal de advertencia

10.6 De condiciones de emergencia (véase Figura 4)

10.6.1 Color de fondo: Verde.

10.6.2 Símbolo o texto: Blanco.

10.6.3 Borde: Blanco.

10.6.4 El color verde debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.6.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado mayor de la señal.

10.6.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

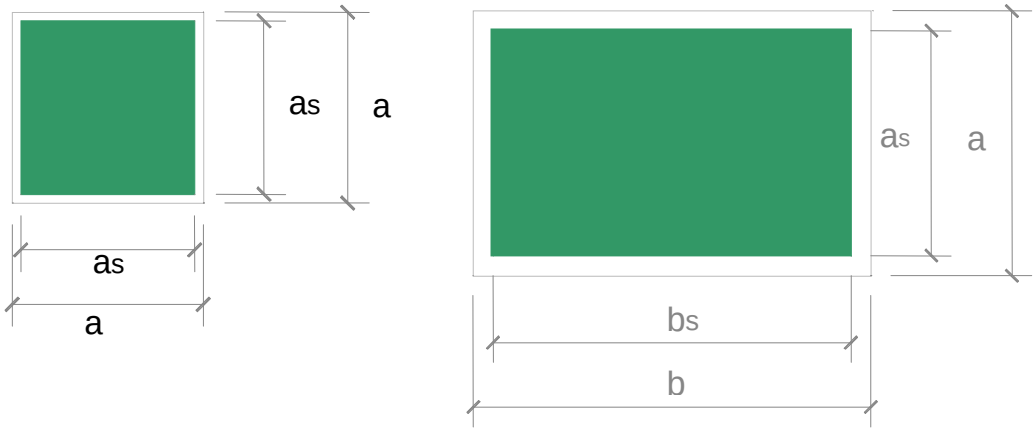


FIGURA 4 – Señales de condiciones de emergencia

10.7 De protección contra incendios (véase Figura 5)

10.7.1 Color de fondo: Rojo.

10.7.2 Símbolo o texto: Blanco.

10.7.3 Borde: Blanco.

10.7.4 El color rojo debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.7.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado de la señal.

10.7.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

10.7.7 Podrán ser acompañadas de señalización de información adicional, en cuyo caso el tamaño del párrafo que conforma el texto debe ser proporcional al área de la señal que complementa.

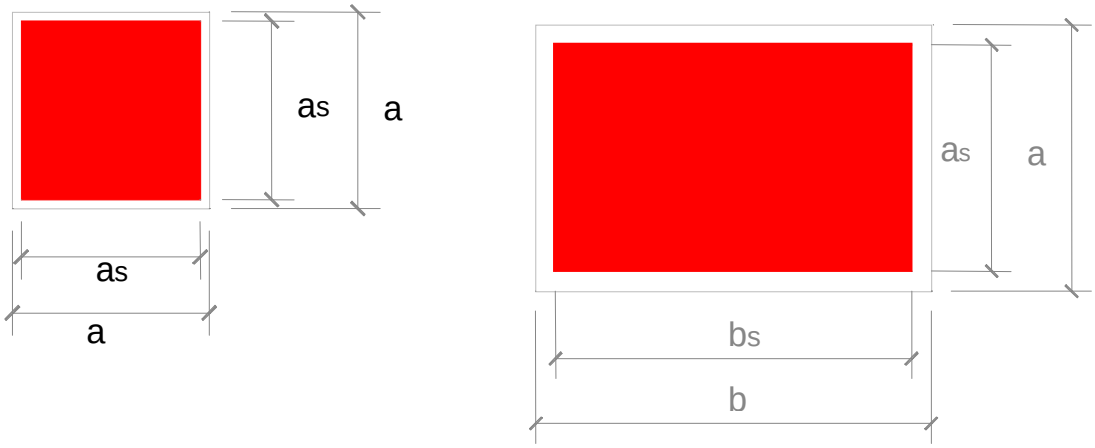


FIGURA 5 – Señales de protección contra incendios

11. UBICACIÓN DE LA INFORMACIÓN ADICIONAL, CARTELES DE SEGURIDAD Y SEÑALES MÚLTIPLES

11.1 Generales

11.1.1 Se puede utilizar una información adicional para complementar o aclarar el significado del símbolo gráfico utilizado en la señal de seguridad. El texto no debe estar ubicado dentro de la señal, pero si podrá ser incluido acompañando a la señal de seguridad y ambos contenidos en un cartel.

11.2 Información adicional

11.2.1 La información adicional cumplirá con los requisitos de diseño dado en la Figura 6 y 7.

11.2.2 Los colores de la señal serán como sigue:

Color de fondo	:	blanco o color de seguridad de la señal
Símbolo o color del texto	:	color de contraste
Borde	:	blanco

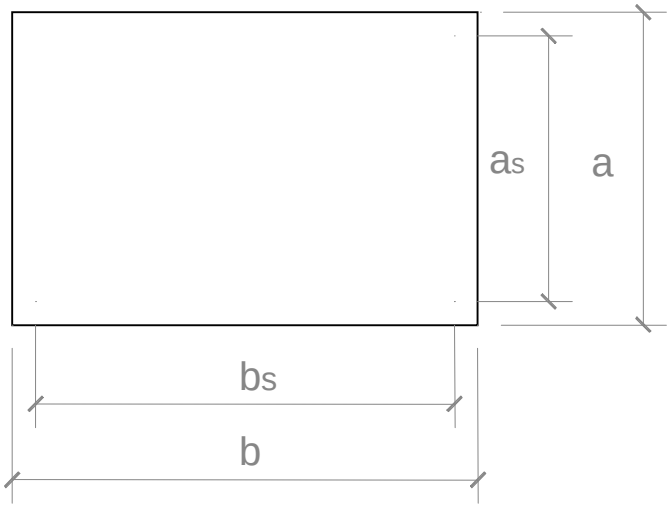


FIGURA 6 – Requisitos de diseño para información adicional

11.2.3 Los colores de la señal serán como sigue:

Color de fondo	:	blanco o color de seguridad de la señal
Símbolo o color del texto	:	color de contraste
Borde	:	blanco
Reborde	:	negro

FIGURA 7 – Requisitos de diseño para información adicional enmarcada

11.3 Ubicación de la información adicional

11.3.1 La posición de las señales de seguridad con la información adicional son mostradas en la Figura 8. La información adicional también puede estar ubicada debajo como se indica en la Figura 9, a la derecha o a la izquierda de la señal de seguridad como se indica en la Figura 10.

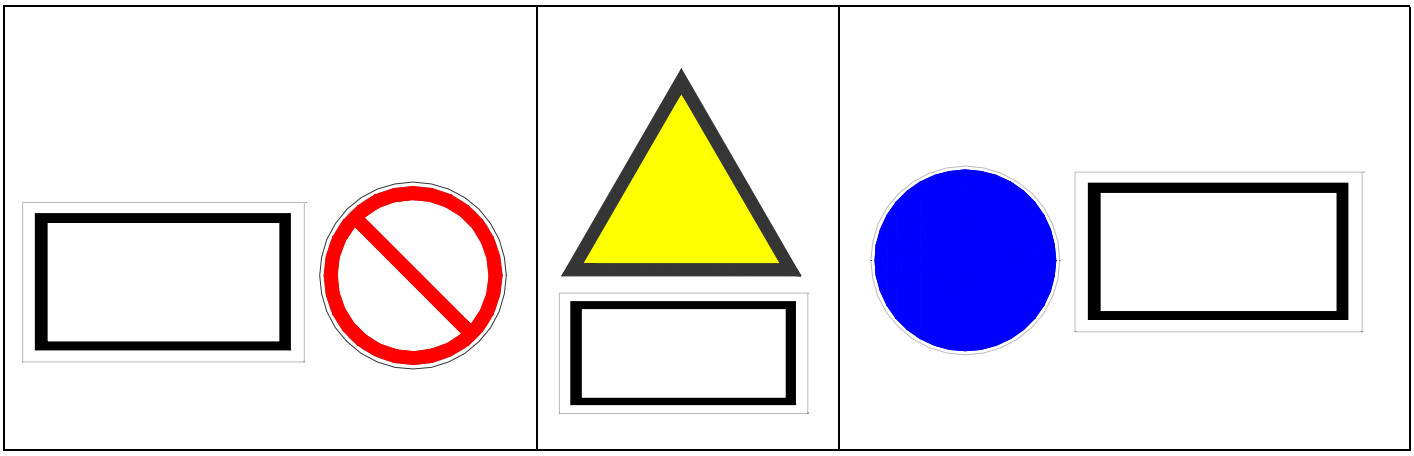


FIGURA 8 – Disposición de la información adicional

11.4 Cartel de seguridad

11.4.1 Los carteles de seguridad contienen la señal de seguridad y la información adicional en un portador rectangular. Los ejemplos se muestran en las Figuras 9 y 10.

11.4.2 Los colores de la señal serán como sigue:

Color del portador de la señal	:	color de la señal de seguridad o blanco
Color del texto o símbolo	:	color de contraste pertinente

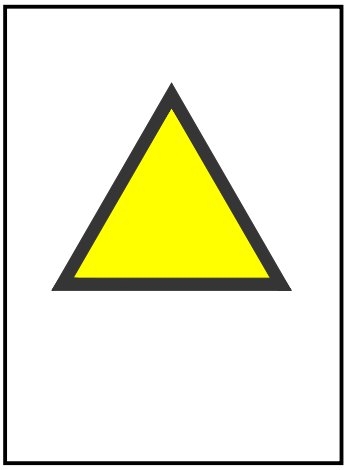


FIGURA 9 – Diseño para una cartel de seguridad con la información adicional debajo de la señal de seguridad.

11.4.3 Los colores de la señal serán como sigue:

Color del portador de la señal	:	color de la señal de seguridad o blanco
Color del texto o símbolo	:	color de contraste pertinente

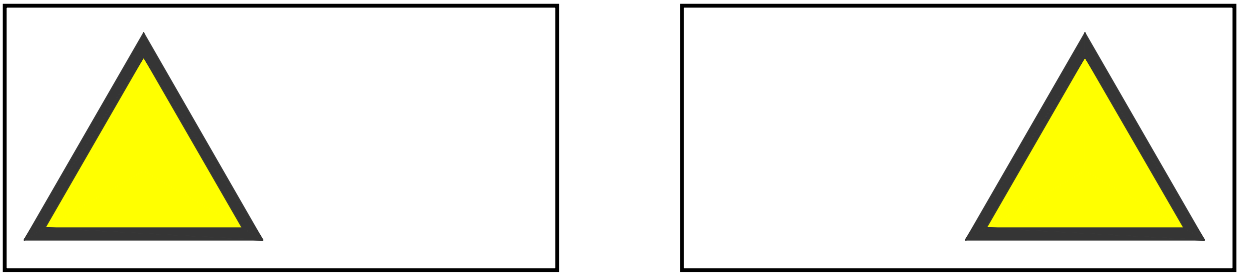


FIGURA 10 – Diseño para un cartel de seguridad con la información adicional a la derecha y a la izquierda de la señal de seguridad

11.5 Señales Múltiples como un medio de informar mensajes de seguridad compuestos

11.5.1 Una señal múltiple es una combinación de señales conteniendo dos o más señales de seguridad e información adicional asociadas sobre el mismo portador rectangular, un ejemplo de un diagrama para una señal múltiple usada para comunicar un peligro, una señal de obligación para evitar un riesgo de daño y/o proveer un mensaje de prohibición como se muestra en la Figura 11.

11.5.2 En señales múltiples, el orden de las señales de seguridad (y/o la información adicional correspondiente) tendrá un arreglo de acuerdo a la importancia del mensaje de seguridad.

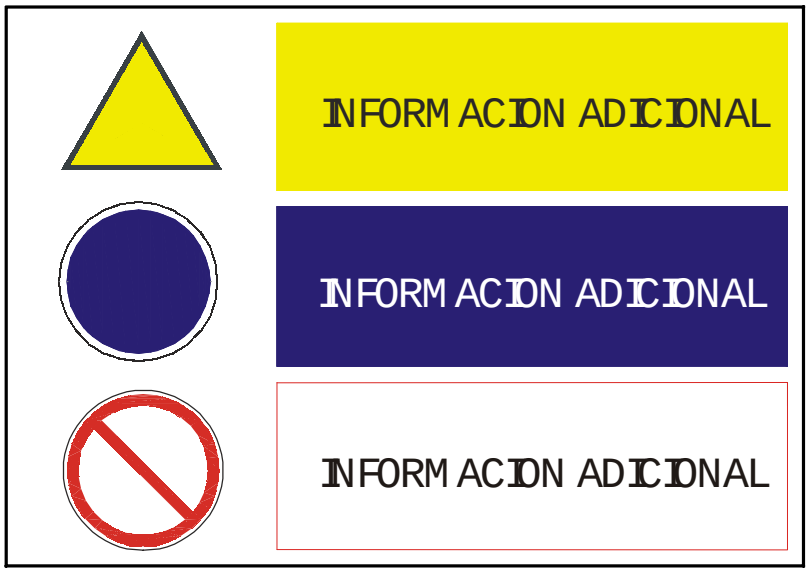


FIGURA 11 – Ejemplo de un cartel para señales múltiples

11.6 Combinación de señales

11.6.1 Un símbolo gráfico de la señal de seguridad, una señal de flecha direccional con una información adicional, puede estar combinado para proveer un mensaje de seguridad de orientación. Los ejemplos están dados en las Figuras 12 a la 14.

11.6.2 Una combinación de señales en un cartel puede omitir bordes internos.

11.6.3 La flecha direccional será puesta arriba o debajo o a la izquierda o a la derecha de las señales de seguridad.

Hacia la izquierda

FIGURA 12- Ejemplos de combinación de una señal con la flecha direccional a la izquierda

Hacia la derecha

FIGURA 13 - Ejemplos de señales combinadas con la flecha direccional a la derecha

Seguir recto

FIGURA 14- Ejemplos de señales combinadas con la flecha direccional seguir recto

12. DISEÑO DE LAS FRANJAS DE SEGURIDAD

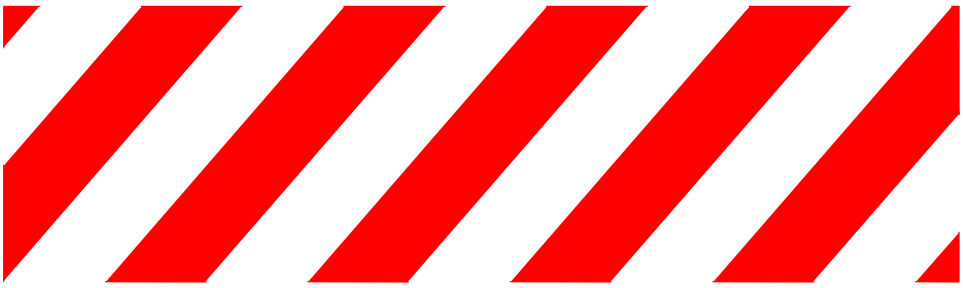
12.1 Las bandas son de anchura equivalente con un ángulo de inclinación de aproximadamente 45° (véase Figuras 15 a 18). Además los colores de seguridad deben cubrir por lo menos un 50 % de la superficie de la señal.

12.2 El color de las franjas de seguridad que indica la zona de peligro, tendrá que ser una combinación de amarillo y negro de contraste como lo muestra la Figura 15.

Combinación de color: amarillo y negro de contraste

FIGURA 15 - Franjas de seguridad para indicar zonas de peligro

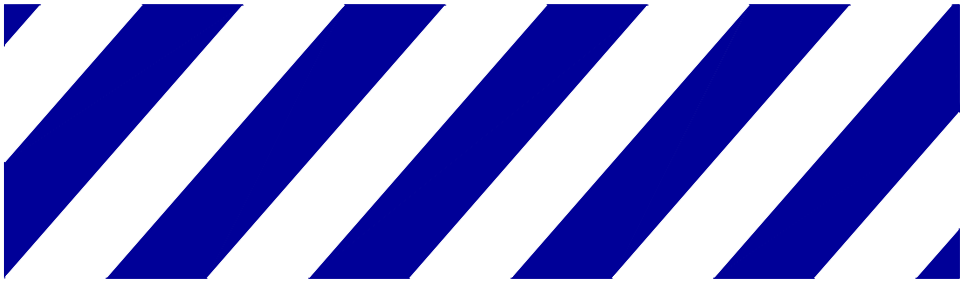
12.3 El color de las franjas de seguridad que indica prohibición o ubicación de equipo de lucha contra incendios, tendrá que ser una combinación de rojo y blanco de contraste como lo muestra la Figura 16.



Combinación de color: rojo y blanco de contraste

FIGURA 16 - Franjas de seguridad para indicar prohibición o zona de equipo de lucha contra incendios

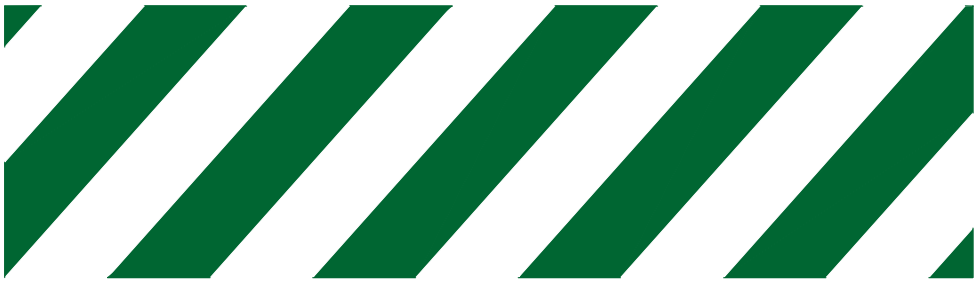
12.4 El color de las franjas de seguridad que indica una instrucción obligatoria tendrá que ser una combinación de azul y blanco de contraste como lo muestra la Figura 17.



Combinación de color: azul y blanco de contraste

FIGURA 17 - Franjas de seguridad para indicar una instrucción obligatoria

12.5 El color de las franjas de seguridad que indica una condición de emergencia tendrá que ser una combinación de verde y blanco de contraste como lo muestra la Figura 18.



Combinación de color: verde y blanco de contraste

FIGURA 18 - Franjas de seguridad para indicar una condición de emergencia

13. RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD Y LA DISTANCIA DE OBSERVACIÓN

13.1 La relación entre el área mínima, A, de la señal de seguridad y la distancia máxima, L, a la que debe poder comprenderse, se expresa por la fórmula siguiente:

$$A \geq (L^2 / 2000)$$

Donde, A y L se expresan respectivamente en metros cuadrados y en metros lineales

13.2 Esta fórmula se aplica para distancias comprendidas entre 5 m a 50 m. Para distancias menores a 5 m el área mínima de la señal será de 125 cm^2 y para distancias mayores a 50 m el área mínima será 12 500 cm^2. En el Anexo C se dan dimensiones de las señales de seguridad.

14. MATERIALES

14.1 En la elaboración de las señales de seguridad no deben utilizarse materiales radioactivos o vidrio.

14.2 En el caso de los materiales cortantes empleados en la elaboración de señales de seguridad, estos deben tener bordes sin filos para evitar lesiones.

15. SEÑALIZACIÓN BÁSICA

15.1 Es la señalización mínima que debe llevar una instalación.

15.2 Se debe señalizar como mínimo lo siguiente:

15.2.1 Medios de escape o evacuación.

15.2.2 Sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios, según lo establecido en las NTP correspondientes.

15.2.3 Se debe señalizar los riesgos en general según lo establecido en la NTP correspondiente.

NOTA Las señales para los equipos de prevención y protección contra incendios deben ubicarse en la parte superior del equipo, adicionalmente si es necesario, se identificarán con señales de dirección donde se encuentra el equipo más cercano.

NOTA En el caso de los medios de escape se debe tener en cuenta la dirección de la vía de evacuación así como los obstáculos y los cambios de dirección en que ella se encuentre.

15.2.4 Es recomendable que en los hoteles, lugares turísticos y recreacionales se utilice el español e inglés en sus señalizaciones.

15.2.5 En sitios amplios donde concurra un gran volumen de visitantes (hoteles, núcleos de oficinas, centros comerciales, hospitales, estaciones de transporte, u otros) deben colocarse planos de evacuación y ubicación de equipos de protección y prevención contra incendios, ubicándolos en lugares visibles.

16. ANTECEDENTES

16.1	ISO 3864-1:2002	Safety Colors and Safety sign.
16.2	ISO 3864:1984	Safety Colors and Safety sign.
16.3	ISO 6309	Fire Proteccion, safety sign
16.4	COVENIN 187	Colores, Símbolos y Dimensiones de las Señales de Seguridad

ANEXO A
(NORMATIVO)

CARACTERÍSTICAS COLORIMÉTRICAS Y FOTOMÉTRICAS DE LOS MATERIALES

A.1 CONDICIONES

A.1.1 Los requisitos físicos que tienen las señales de seguridad están primordialmente relacionados a colores de día.

A.1.2 Mediciones de coordenadas de cromaticidad y los factores de luminancia β será elaborada como se especifica en CIE 15.2.

A.1.3 Para la medición de las coordenadas de cromaticidad y factores de luminancia β de las señales ordinarias, fotoluminiscentes y retroreflectantes, iluminadas externamente, el material está considerado que será iluminado por la luz del día como lo representado por la Norma de Iluminación D65 (véase IEC 600050-845.03.12 y ISO/CIE 10526) en un ángulo de 45° con la normal a la superficie y la observación hecha en la dirección de la normal (geometría 45/0).

A.1.4 Para señales de seguridad iluminadas internamente, la medición tiene que ser complementada con un colorímetro de acuerdo a la medición de las luminarias. Las señales tienen que ser auto iluminadas por la fuente de luz provista por el fabricante.

A.1.5 Los coeficientes de retroreflectancia deberán ser medidos de acuerdo con CIE 54, usando iluminación normalizada A (ISO/CIE 10526), con la condición que la entrada y ángulo de observación estén en el mismo plano.

A.2 ESPECIFICACIONES

A.2.1 Las áreas de color permitidas para las señales de seguridad serán como se muestra en la Figura A1 y Tabla A1. Los colores que no poseen estas coordenadas de cromaticidad no serán usados para señales de seguridad.

A.2.2 Las señales pueden presentar como requisito colores precisos, en cuyo caso tendrán que estar conforme a los requisitos de la Tabla A2.

NOTA: Los colores de la señal de seguridad cuyos requisitos se encuentran en la Tabla A2, probablemente tomaran mas tiempo para deteriorarse y por consiguiente se mantendrán dentro de los limites especificados en la Tabla A1 por mucho tiempo.

A.2.3 Los colores de contraste y factores de luminancia para colores fosforescentes serán como se muestra en la Figura A1 y Tabla A3.

A.2.4 La Tabla A4 contiene los coeficientes mínimos de retroreflectancia para materiales retroreflectantes.

A.2.5 Para señales autoiluminadas, las coordenadas x E y será en las áreas de color dadas en la Tabla A1 y la luminancia de contraste como esta dada en la Tabla A5.

A.2.6 La apariencia de las señales de seguridad (combinación del color especifico, la forma geométrica y símbolo gráfico) conservará el mismo contenido bajo todas las condiciones de iluminación especificadas como apropiadas para la señal fabricada.

A.2.7 El Anexo D da información practica sobre los colores de seguridad.

A.2.8 Los materiales ya no son considerados adecuados para prolongados tiempos de uso, en seguridad, cuando los materiales retroreflectantes (véase Tabla A4) si, durante el uso, los valores fotométricos de los materiales retroreflectantes caen debajo del 50 % del mínimo requerido o si las coordenadas de cromaticidad caen fuera del área dada en la Tabla A1; materiales fluorescente si, durante el uso, las coordenadas de cromaticidad caen fuera del los contornos dado en la Tabla A1.

TABLA A1 - Coordenadas cromáticas y factores de luminancia para materiales ordinarios, luminiscentes, retroreflectantes y combinados; y coordenadas cromáticas para señales de seguridad transiluminadas

Color	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 y para standard de observación CIE 2°					Factor de Luminancia ß				
						Materiales Ordinarios	Materiales Luminiscentes	Materiales Retrorecflectantes		Materiales Combinados
		1	2	3	4			Tipo 1	Tipo 2	
Rojo	x y	0,735 0,265	0,681 0,239	0,579 0,341	0,655 0,345	≥ 0,07	≥ 0,30	≥ 0,05	≥ 0,03	≥ 0,25
Azul	x y	0,094 0,125	0,172 0,198	0,210 0,160	0,137 0,038	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,01	≥ 0,01	≥ 0,03
Amarillo	x y	0,545 0,454	0,494 0,426	0,444 0,476	0,481 0,518	≥ 0,45	≥ 0,80	≥ 0,27	≥ 0,16	≥ 0,70
Verde	x y	0,201 0,776	0,285 0,441	0,170 0,364	0,026 0,399	≥ 0,12	≥ 0,40	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,35
Blanco	x y	0,350 0,360	0,305 0,315	0,295 0,325	0,340 0,370	≥ 0,75	≥ 1,0	≥ 0,35	≥ 0,27	---
Negro	x y	0,385 0,355	0,300 0,270	0,260 0,310	0,345 0,395	<= 0,03	---	---	---	---
Los tipos de materiales retrorreflectantes están estandarizados por coeficientes de retrorreflexión indicados en la Tabla A4										

TABLA A2 - Coordenadas cromáticas para áreas ajustadas en el diagrama de cromaticidad para materiales ordinarios y retrorreflectactes

Color	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 y para standard de observación CIE 2°												
		Materiales Ordinarios				Tipo 1				Tipo 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rojo	x y	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265
Azul	x y	0,140 0,140	0,160 0,140	0,160 0,160	0,140 0,160	0,130 0,086	0,160 0,086	0,160 0,120	0,130 0,120	0,130 0,090	0,160 0,090	0,160 0,140	0,130 0,140
Amarillo	x y	0,494 0,505	0,470 0,480	0,493 0,457	0,522 0,477	0,494 0,505	0,470 0,480	0,493 0,457	0,522 0,477	0,494 0,505	0,470 0,480	0,513 0,437	0,545 0,454
Verde	x y	0,230 0,440	0,260 0,440	0,260 0,470	0,230 0,470	0,110 0,415	0,150 0,415	0,150 0,455	0,110 0,455	0,110 0,415	0,170 0,415	0,170 0,500	0,110 0,500
Blanco	x y	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325
Los tipos de materiales retrorreflectantes están estandarizados por coeficientes de retrorreflexión indicados en la Tabla A4													

TABLA A3 - Coordenadas cromáticas de colores contrastantes para materiales fosforescentes bajo condiciones de luz diurna

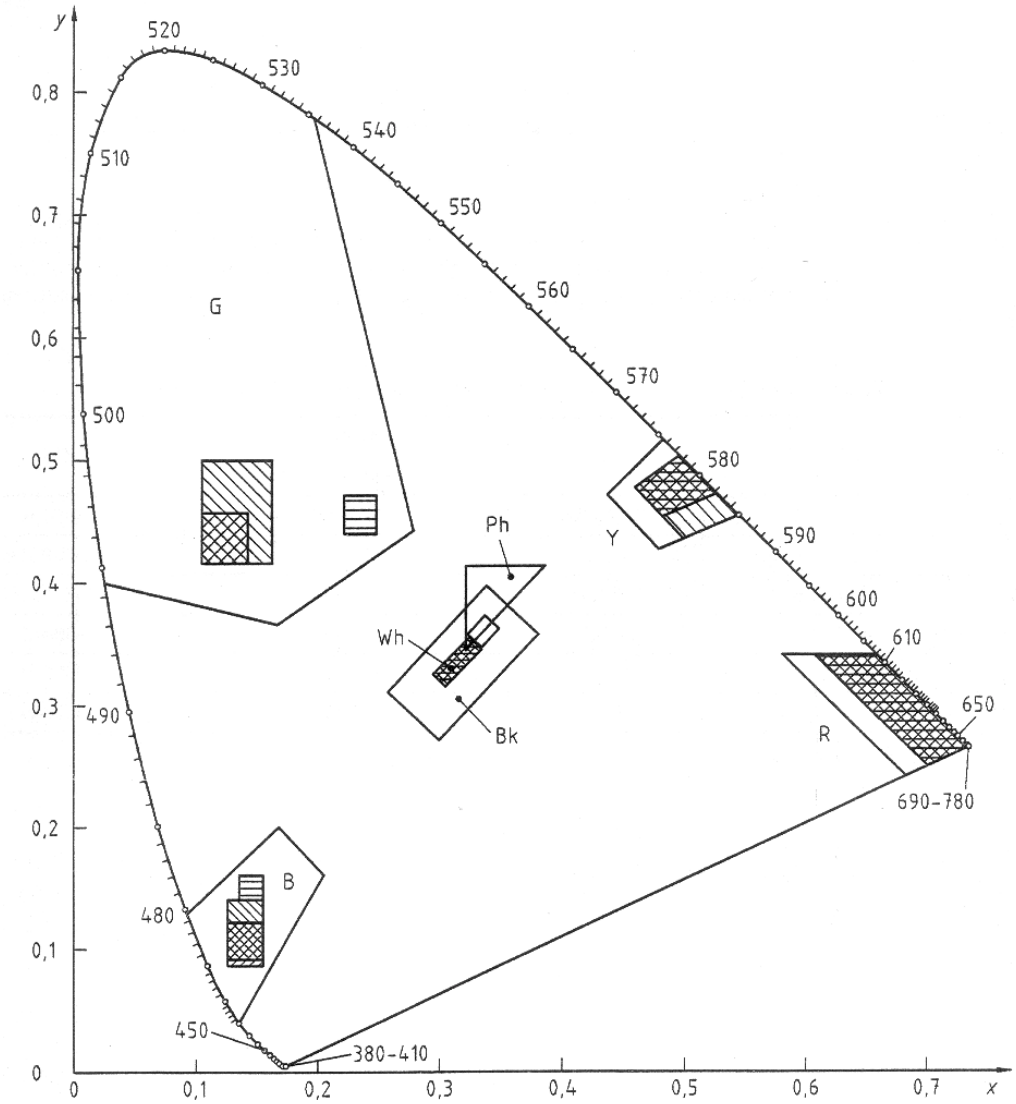
Colores Contrastantes para Materiales Fosforescentes	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 (geometría 45°/ 0°) y para standard de observación CIE 2°					Factor de Luminancia ß
Amarillo Fluorescente	x y	0,390 0,410	0,320 0,340	0,320 0,410		> 0,75
Blanco	x y	0,350 0,360	0,305 0,315	0,295 0,325	0,340 0,370	> 0,75

TABLA A4 - Coeficientes mínimos de retrorrefleccion R’

ngulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retrorreflexión en cd/Ix.m^2									
		Tipo 1					Tipo 2				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
12º	5º	70	50	14,5	9	4	250	170	45	45	20
	30º	30	22	6	3,5	1,7	150	100	25	25	11
	40º	10	7	2	1,5	0,5	110	70	16	16	8
20º	5º	50	35	10	7	2	180	122	25	21	14
	30º	24	16	4	3	1	100	67	14	11	7
	40º	9	6	1,8	1,2	0,4	95	64	13	11	7
2º	5º	5	3	0,8	0,6	0,2	5	3	0,8	0,6	0,2
	30º	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1
	40º	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06
Para áreas coloreadas de la señal, el coeficiente de retrorreflección no debe ser menor de 80 % del valor establecidos en la Tabla A4.											

TABLA A5 - Luminancias de contraste para materiales transluminiscentes

Color de Seguridad	**Rojo**	**Azul**	**Amarillo**	**Verde**
Color de Contraste	Blanco	Blanco	Negro	Blanco
Luminancia de Contraste	5 < k <15	5<k<15	a	5<k<15
La uniformidad de la luminancia entre el color de seguridad y color de contraste, medido a razón de la mínima a máxima luminancia entre el color, será mas que 1:5.				
a Negro como color de contraste o color de el símbolo no es traslucido.				



R	Rojo	Wh	Blanco	G	Verde	Ph	Amarillo fluorescente
Y	Amarillo	Bk	Negro	B	Azul		

Limite de los colores de seguridad -Tabla A1

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales ordinarios)

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales retroreflectantes tipo 1)

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales retroreflectantes tipo 2)

FIGURA A1 - Limites para los colores de seguridad rojo, amarillo, verde, azul, blanco y negro, incluidos el color blanco amarillento como color de contraste fosforescente

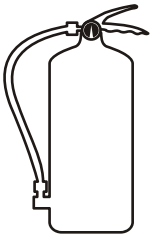
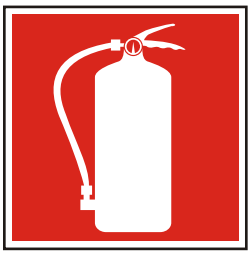
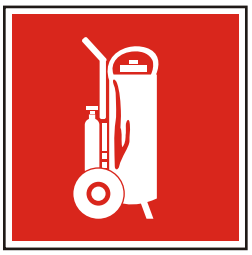
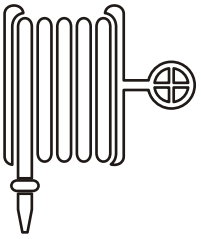
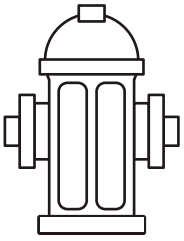
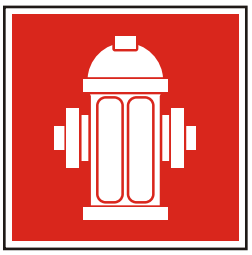
ANEXO B
(INFORMATIVO)

EJEMPLO DE SEÑALES DE SEGURIDAD Y SÍMBOLOS

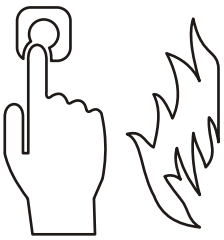
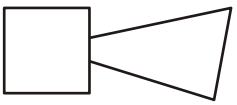
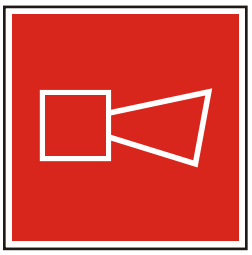
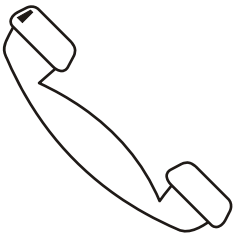
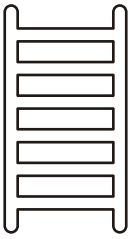
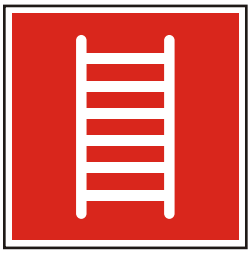
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

ANTECEDENTES

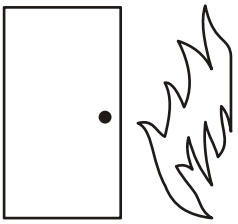
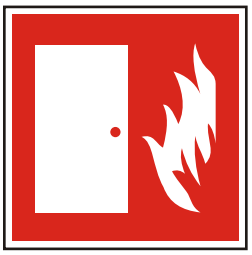
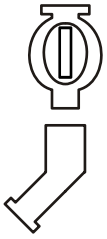
NFPA 170:1999, Símbolos de Seguridad Contra el Fuego.
ISO 6309:1987, Fire Protection, Safety Signs.
NTC 1931, Protección Contra Incendios. Señales de Seguridad.
IRAM 10005-1:1982, Colores y Señales de Seguridad. Colores y Señales Fundamentales.
NCH1411/2- Of 1978, Prevención de Riesgos - Parte 2: Señales de Seguridad.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
EXTINTOR		
EXTINTOR RODANTE		
MANGUERA CONTRA INCENDIOS		
HIDRANTE		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ALARMA CONTRA INCENDIOS		
AVISADOR SONORO EN CASO DE INCENDIO		
TELÉFONO DE EMERGENCIA LLAMADA DIRECTA A LA CENTRAL CONTRAINCENDIOS		
ESCALERA PORTÁTIL EN CASO DE INCENDIO		
CUBETA DE ARENA PARA CASOS DE INCENDIO		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
MANTA APAGAFUEGOS		
PUERTA CORTAFUEGO		
EQUIPO AUTÓNOMO		
CONEXIÓN SIAMESA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		
CONEXIÓN SENCILLA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		

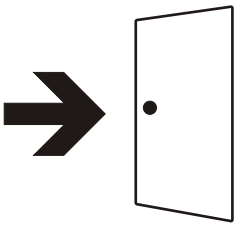
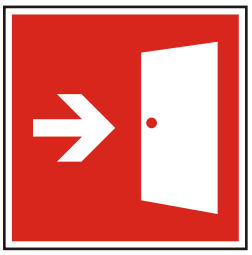
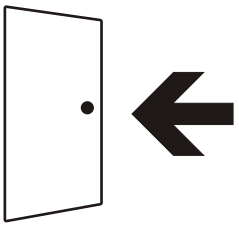
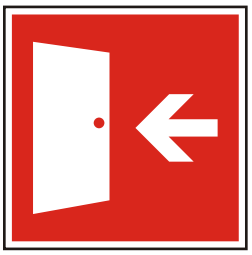
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
VÁLVULA DE CONTROL PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		
CONEXIÓN PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO		
CONEXIÓN COMBINADA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y SISTEMAS DE GABINETE		
VÁLVULA PARA EL CORTE DE GAS	G	G
PANEL ELÉCTRICO PARA EL CIERRE DE ENERGÍA		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

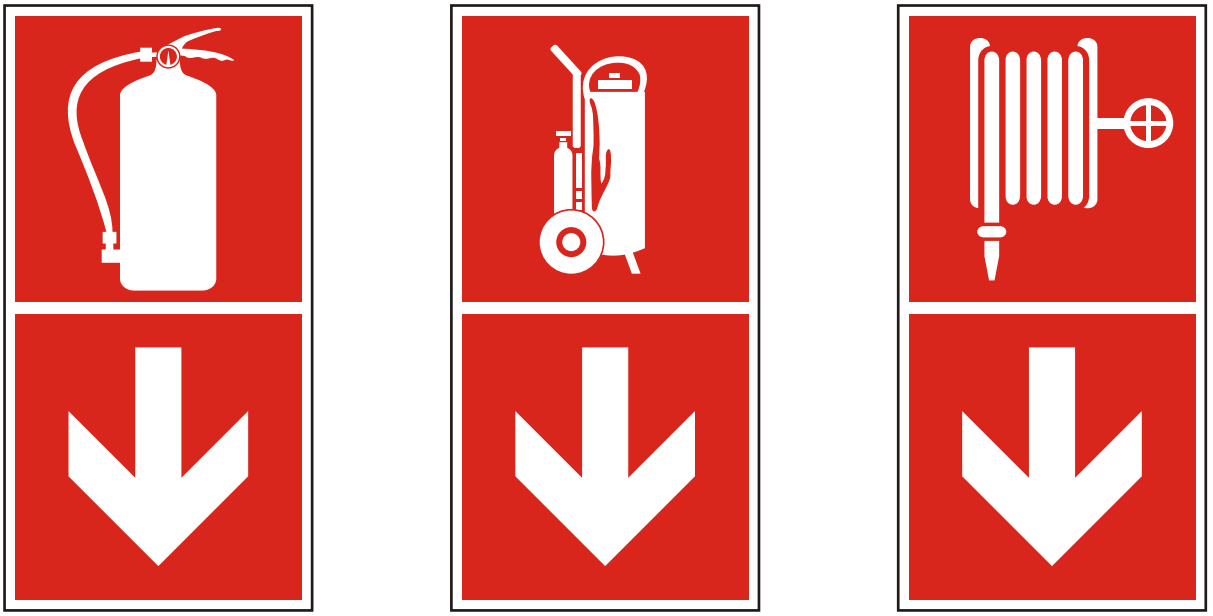
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
SALIDA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA ACCESIBLE DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
USO EXCLUSIVO PARA BOMBEROS		

CARTELES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

CARTELES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

EJEMPLO DE CARTELES PARA LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

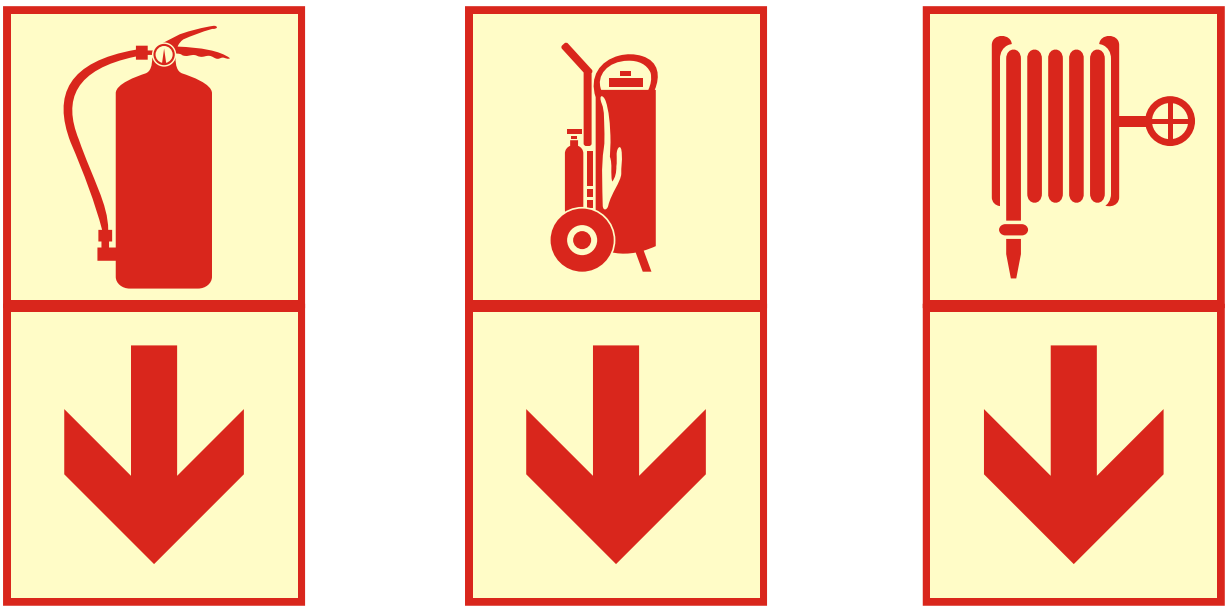
Este tipo de cartel es recomendable para localizar los equipos de lucha contra incendio en fabricas, almacenes, supermercados, centros comerciales y otros, donde las maquinarias, mercaderías, etc., impiden la fácil visualización de estos equipos, siendo necesario colocar señales de grandes dimensiones a mayor altura, para que puedan distinguirse claramente a distancia y desde diferentes puntos de ubicación.



EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIO

EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES PARA LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

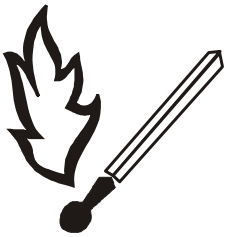
Este tipo de cartel es recomendable para localizar los equipos de lucha contra incendio en fabricas, almacenes, supermercados, centros comerciales y otros, donde las maquinarias, mercaderías, etc., impiden la fácil visualización de estos equipos, siendo necesario colocar señales de grandes dimensiones a mayor altura, para que puedan distinguirse claramente a distancia y desde diferentes puntos de ubicación.



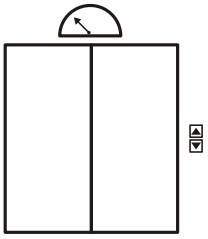
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

ANTECEDENTES

ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO FUMAR		
PROHIBIDO HACER FUEGO		
PROHIBIDO HACER FUEGO ABIERTO O FOGATAS		
PROHIBIDO BEBER DE ESTA AGUA		
NO APAGAR CON AGUA		

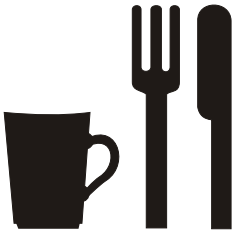
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO TOCAR		
NO UTILIZAR EL MONTACARGAS PARA TRANSPORTAR PERSONAS		
NO USAR EL ASCENSOR EN CASO DE SISMO O INCENDIO		
PROHIBIDO EL PASO DE VEHÍCULOS INDUSTRIALES		
PROHIBIDO TRANSPORTAR PERSONAS		

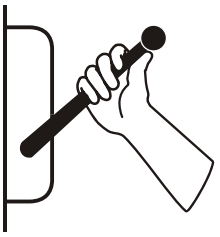
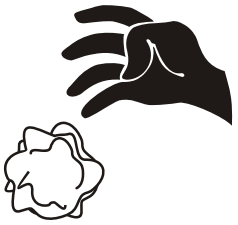
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO HACER RUIDOS MOLESTOS		
PROHIBIDO EL INGRESO DE BICICLETAS		
PROHIBIDO EL INGRESO CON CELULARES O RADIOS		
PROHIBIDO EL INGRESO CON ARMAS		
PROHIBIDO TOMAR FOTOS O FILMAR VIDEOS		

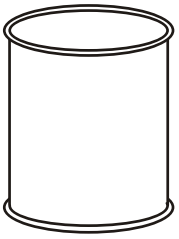
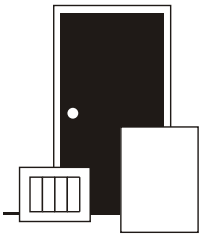
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO EL INGRESO CON ANIMALES		
PROHIBIDO EL INGRESO CON ALIMENTOS		
PROHIBIDO COMER O BEBER		
PROHIBIDO EL INGRESO DE EXCURSIONISTAS		
PROHIBIDO CORRER		

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO TIRAR DEL CABLE		
PROHIBIDO REPARAR SIN AUTORIZACIÓN		
PROHIBIDO CONECTAR SIN AUTORIZACIÓN		
PROHIBIDO ARROJAR BASURA AL PISO		
PROHIBIDO EL INGRESO		

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

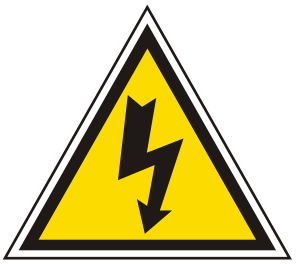
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES		
NO UTILIZAR COMO RECIPIENTES		
NO OBSTRUIR LAS RUTAS DE ACCESO O EVACUACIÓN		

CARTELES DE PROHIBICIÓN

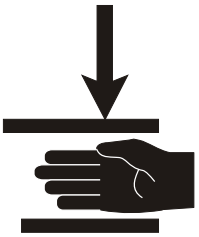
SEÑALES DE ADVERTENCIA

ANTECEDENTES

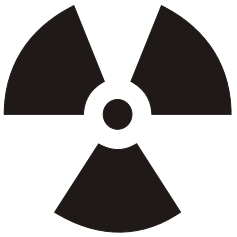
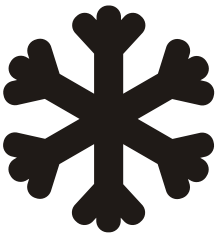
ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO O PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE		
RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS		
SUSTANCIA O MATERIAS TÓXICAS O PELIGRO DE MUERTE		
SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES O PELIGRO INFLAMABLE		
CARGA SUSPENDIDA EN ALTURA		

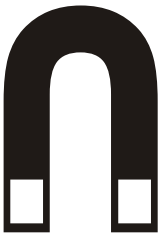
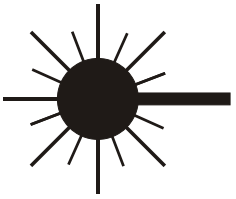
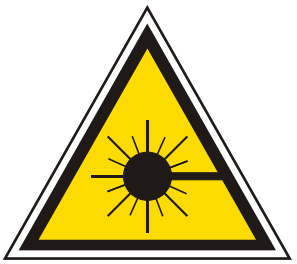
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RADIACIONES NO IONIZANTES O FRECUENCIA DE RADIO		
CUIDADO CON SUS MANOS		
PELIGRO ACIDO CORROSIVO		
CUIDADO PISO MOJADO		
CUIDADO PISO RESBALOSO		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGO DE RADIACIÓN		
ATENCIÓN PELIGRO DE OBSTÁCULOS		
ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO		
ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA		
ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES		

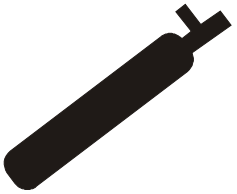
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN MATERIAL EXPLOSIVO O PELIGRO RIESGO DE EXPLOSIÓN		
ATENCIÓN AGENTE OXIDANTE		
ATENCIÓN CAMPO MAGNÉTICO POTENTE		
ATENCIÓN RADIACIÓN LÁSER		
CUIDADO SUPERFICIE CALIENTE		

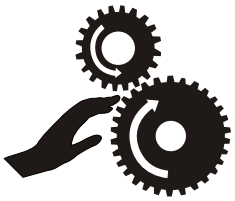
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CUIDADO TRANSITO DE MONTACARGAS		
CUIDADO BALONES DE GAS		
CUIDADO RIESGO DE SER APLASTADO		
CUIDADO ARRANQUE AUTOMÁTICO		
CUIDADO CAÍDA DE OBJETOS		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CUIDADO GRUAS TRABAJANDO		
CUIDADO CON EL PERRO		
CUIDADO GAS COMPRIMIDO		
CUIDADO HOMBRES TRABAJANDO		
ATENCIÓN RIESGO DE CAÍDA DE ROCAS		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN CON SUS MANOS		
CUIDADO ATMÓSFERA EXPLOSIVA	**EX**	
ATENCIÓN PELIGRO DE CAÍDAS		
CUIDADO RIESGO DE ASFIXIA		

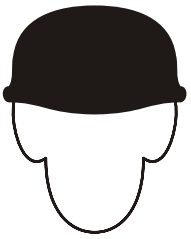
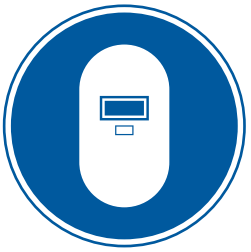
CARTELES DE ADVERTENCIA

CARTELES DE ADVERTENCIA

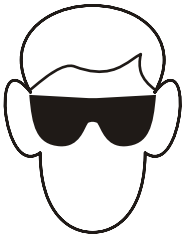
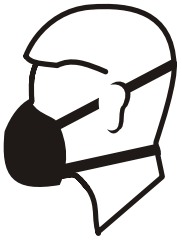
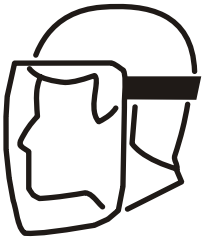
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

ANTECEDENTES

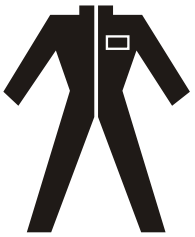
ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE BOTAS AISLANTES		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE SOLDAR		

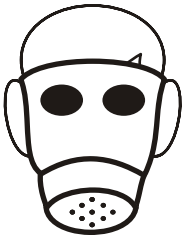
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE GUANTES AISLANTES		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR		
USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA		
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL		

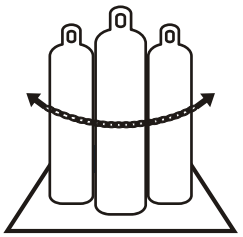
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE ARNÉS DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE TRAJE DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA Y MÁSCARA DE GAS		
USO OBLIGATORIO DE CASCO Y PROTECCIÓN AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE CASCO Y LENTES DE SEGURIDAD		

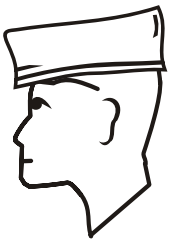
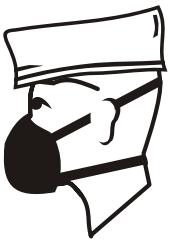
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR Y AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS, PROTECCIÓN AUDITIVA Y CASCO		
USO OBLIGATORIO DE CASCO, PROTECCIÓN AUDITIVA Y OCULAR		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS		
USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD Y MÁSCARA DE GAS		

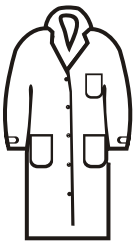
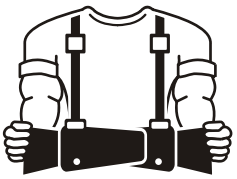
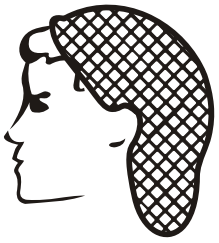
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE AIRE AUTOCONTENIDO		
ES OBLIGATORIO MANTENER SUJETADOS LOS CILINDROS		
ES OBLIGATORIO LAVARSE LAS MANOS		
ES OBLIGATORIO ASEGURAR DESPUÉS DE UTILIZAR		
ES OBLIGATORIO DESCONECTAR DESPUÉS DE UTILIZAR		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ES OBLIGATORIO TOCAR LA BOCINA ANTES DE TRASPASAR		
USO OBLIGATORIO DEL GORRO		
USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA Y GORRO		
USO OBLIGATORIO DE MANDIL Y MANGUITOS		
ES OBLIGATORIO USAR EL PASAMANOS		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

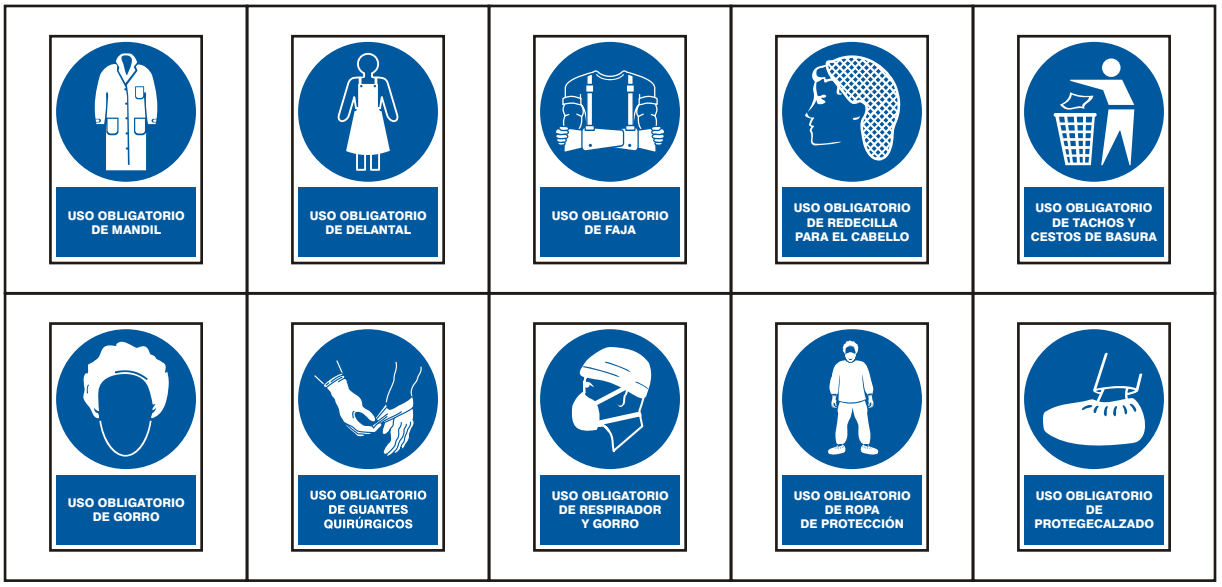
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE MANDIL		
USO OBLIGATORIO DE DELANTAL		
USO OBLIGATORIO DE FAJA		
USO OBLIGATORIO DE REDECILLA PARA EL CABELLO		
USO OBLIGATORIO DE TACHOS Y CESTOS DE BASURA		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE GORRO		
USO OBLIGATORIO DE GUANTES QUIRÚRGICOS		
USO OBLIGATORIO DE RESPIRADOR Y GORRO		
USO OBLIGATORIO DE ROPA DE PROTECCIÓN		
USO OBLIGATORIO DE PROTEGECALZADO		

CARTELES DE OBLIGACIÓN

CARTELES DE OBLIGACIÓN



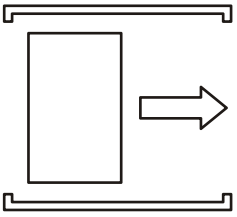
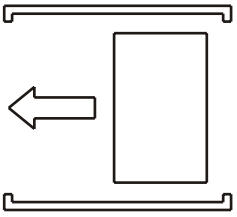
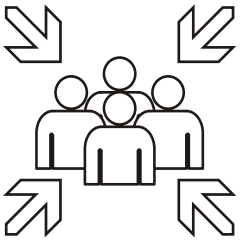
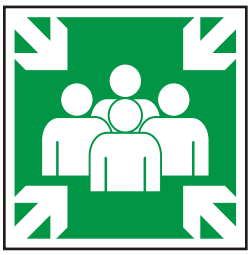
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

ANTECEDENTES

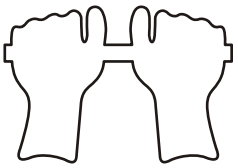
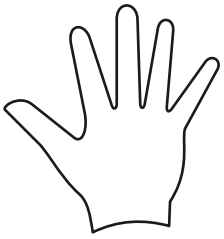
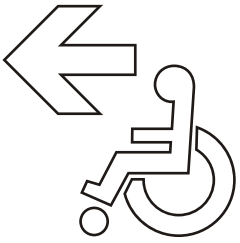
NFPA 101, Capitulo 7. Medios de Egreso. (Señalización de las Rutas de Evacuación).
NTC 1700, Higiene y Seguridad, medidas de seguridad en edificaciones, medios de evacuación.
IRAM 10005-1:1982, Colores y Señales de Seguridad. Colores y Señales Fundamentales.
NCH1411/2 - Of 1978, Prevención de Riesgos - Parte 2: Señales de Seguridad.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ZONA SEGURA EN CASO DE SISMO	S	S
SALIDA	SALIDA	SALIDA
SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR A LA DERECHA PARA ABRIR		
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR A LA IZQUIERDA PARA ABRIR		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA		

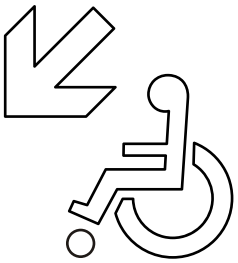
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE SOCORRO BARRA ANTIPÁNICO PRESIONAR PARA ABRIR		
SALIDA DE SOCORRO EMPUJAR PARA ABRIR		
SALIDA MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		

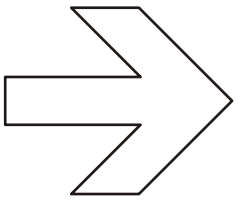
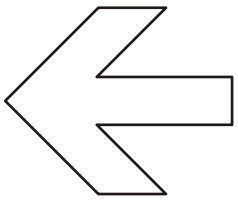
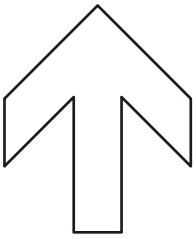
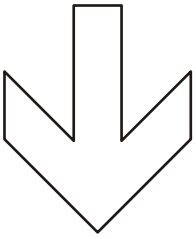
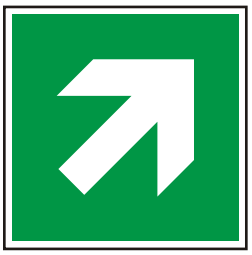
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		

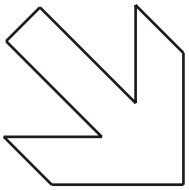
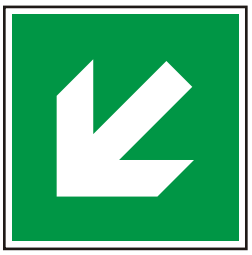
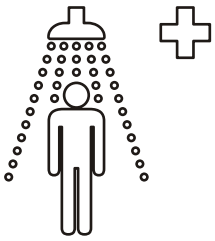
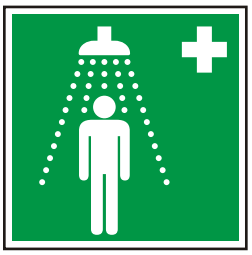
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		

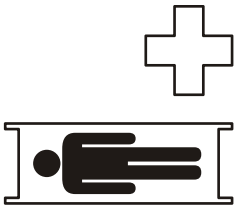
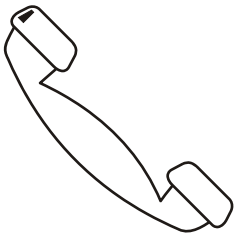
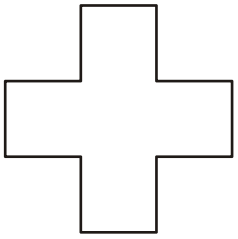
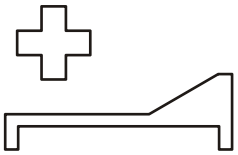
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		

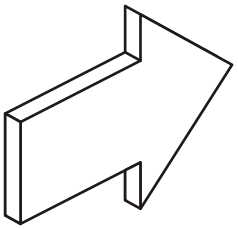
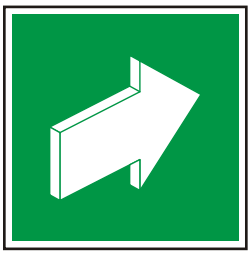
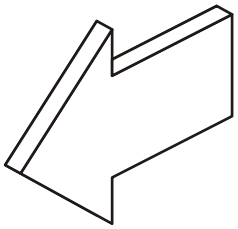
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
LAVAOJOS DE EMERGENCIA		
DUCHA DE EMERGENCIA		

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

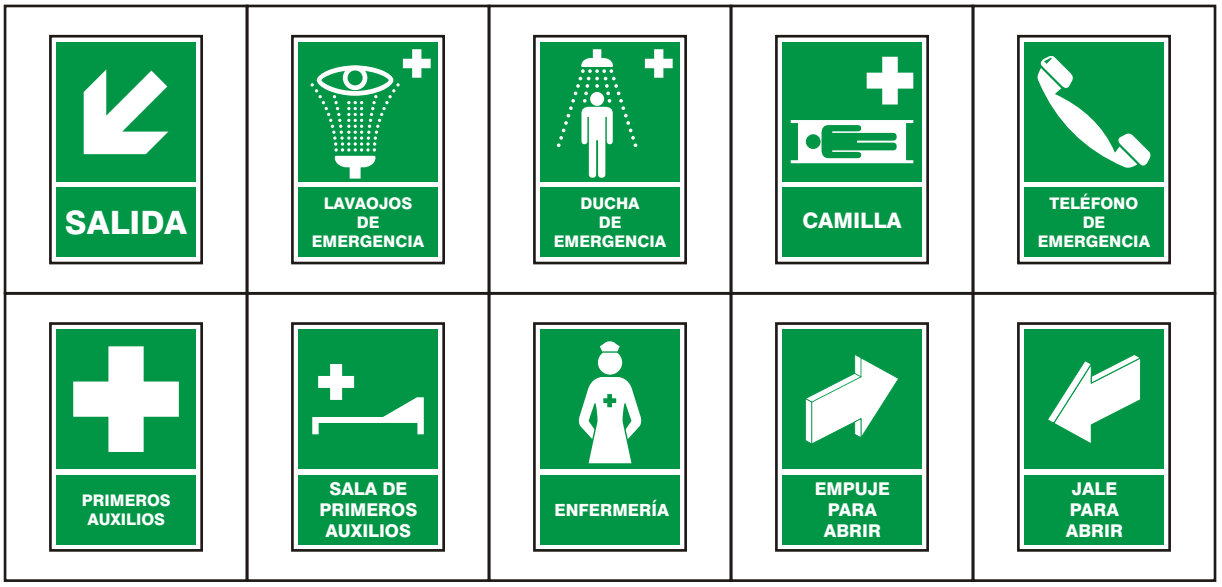
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CAMILLA		
TELÉFONO DE EMERGENCIA		
PRIMEROS AUXILIOS		
SALA DE PRIMEROS AUXILIOS		
ENFERMERÍA		

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
EMPUJE PARA ABRIR		
JALE PARA ABRIR		

CARTELES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

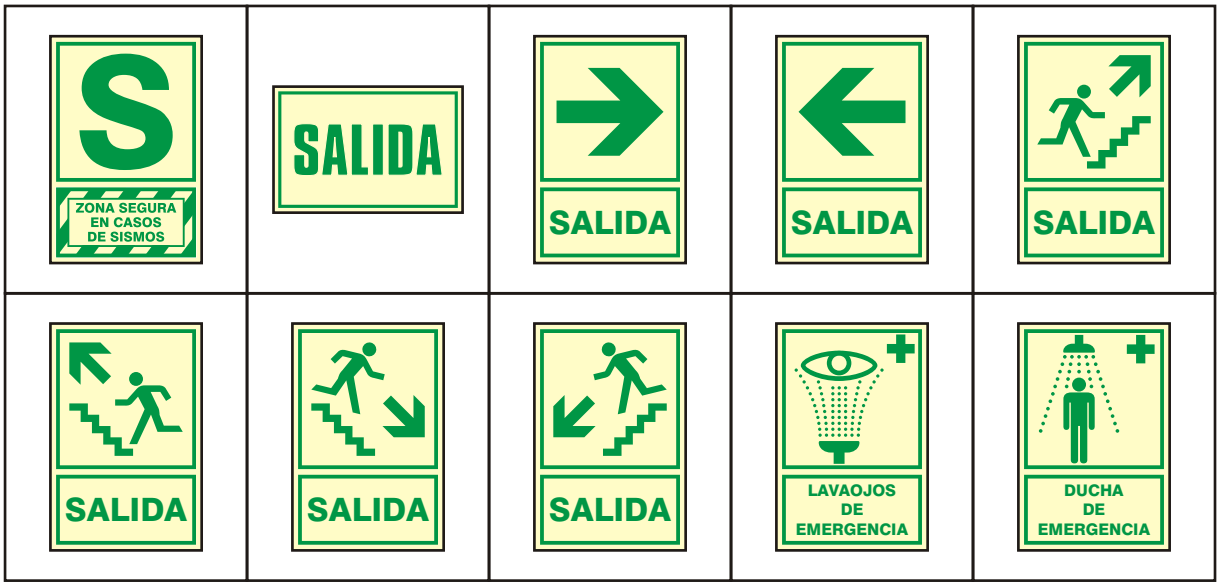
CARTELES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA



EJEMPLO DE CARTELES DE EVACUACIÓN PARA SER VISTOS A DISTANCIA

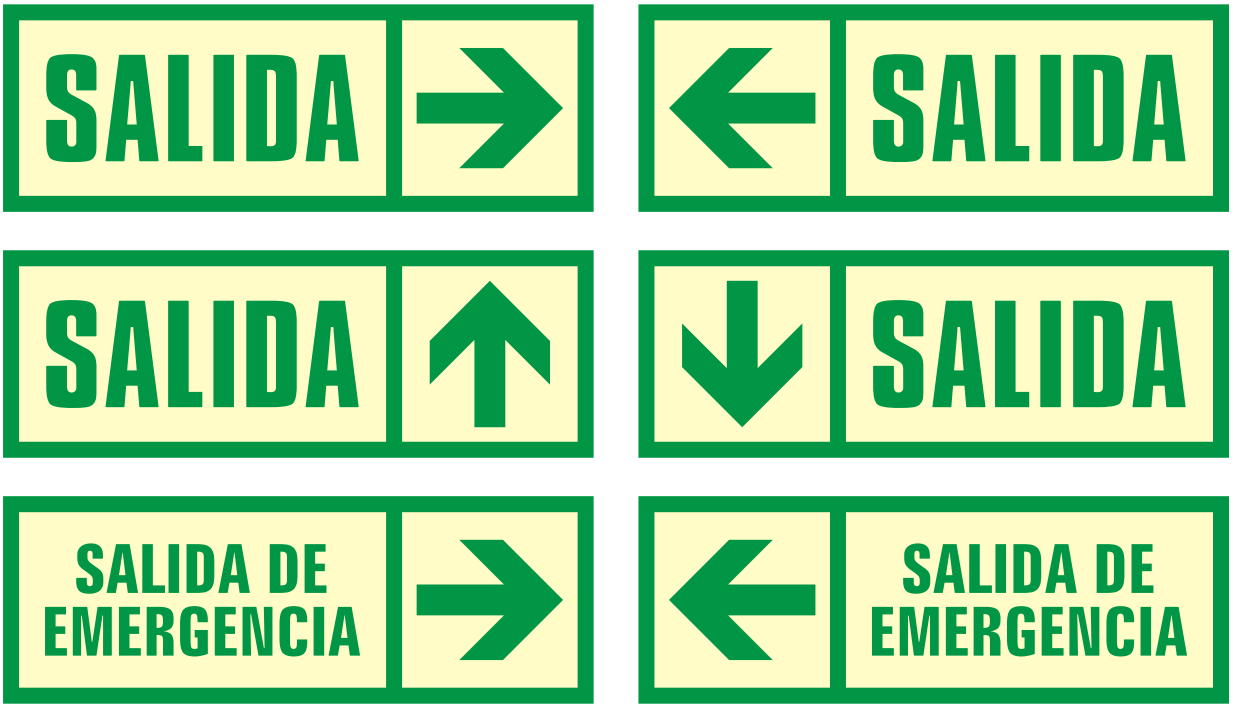
Este tipo de cartel es recomendable para almacenes, supermercados, centros comerciales y lugares de gran afluencia de público. Debido a su mayor dimensión permite una lectura a gran distancia, cuando el mensaje tiene que verse desde cada lado de un pasillo en el tramo de recorrido de la ruta de evacuación.

EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA



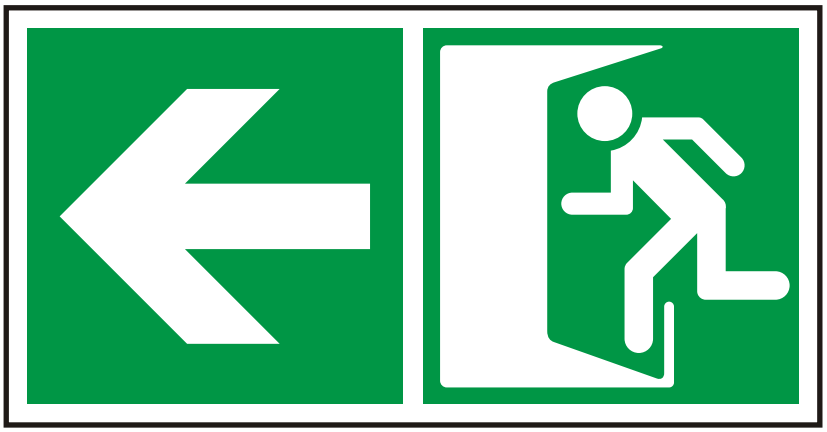
EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN PARA SER VISTOS A DISTANCIA

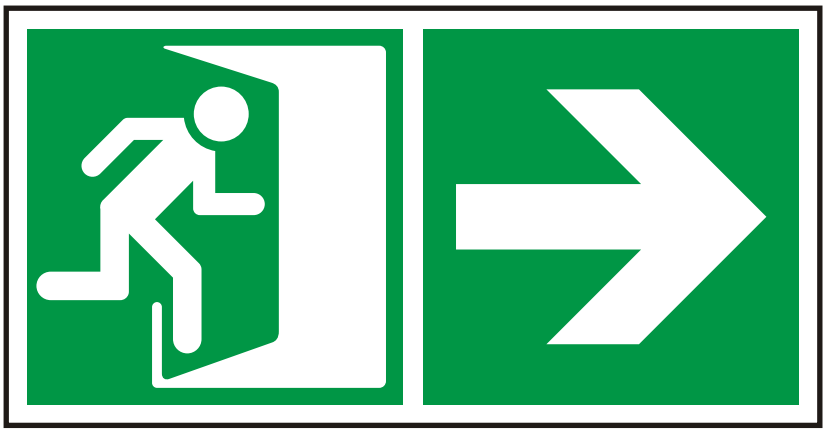
Este tipo de cartel es recomendable para almacenes, supermercados, centros comerciales y lugares de gran afluencia de público. Debido a su mayor dimensión permite una lectura a gran distancia, cuando el mensaje tiene que verse desde cada lado de un pasillo en el tramo de recorrido de la ruta de evacuación.

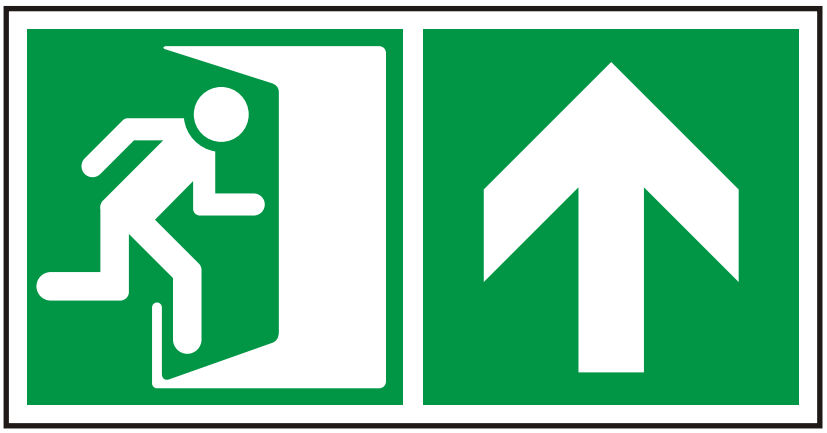


EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

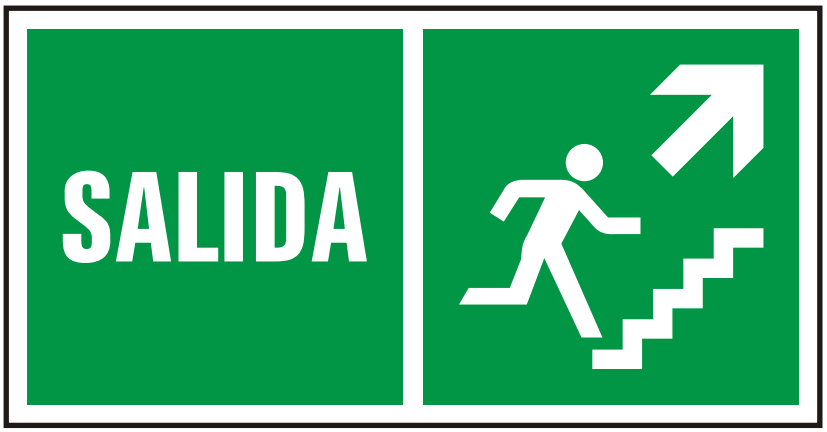


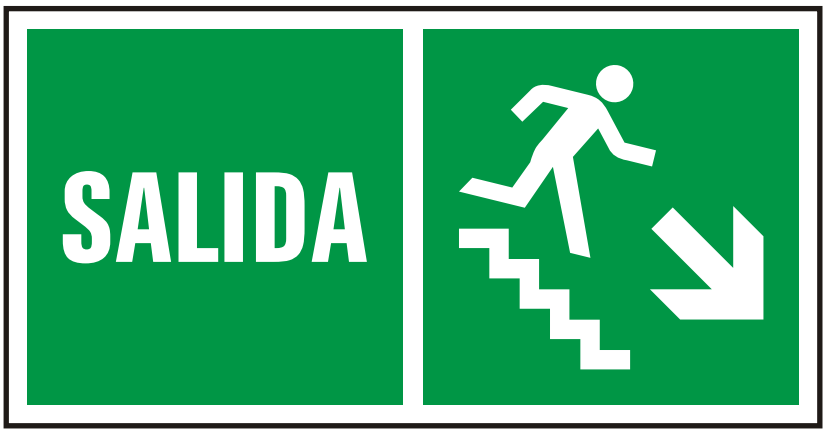




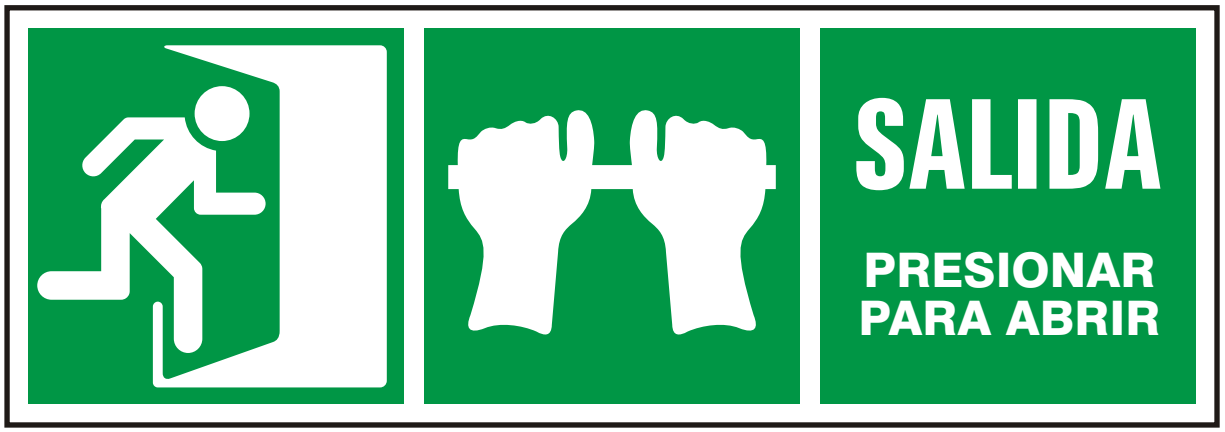
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

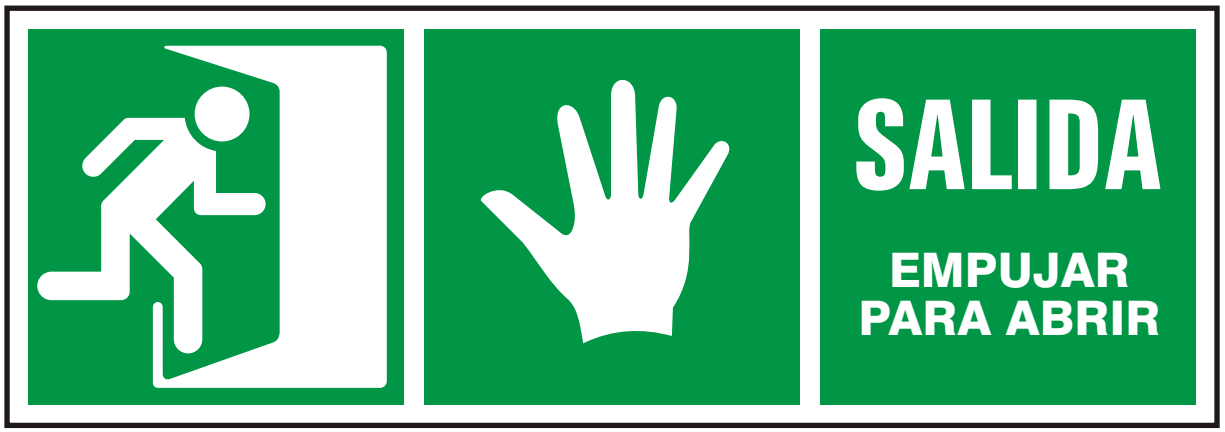
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

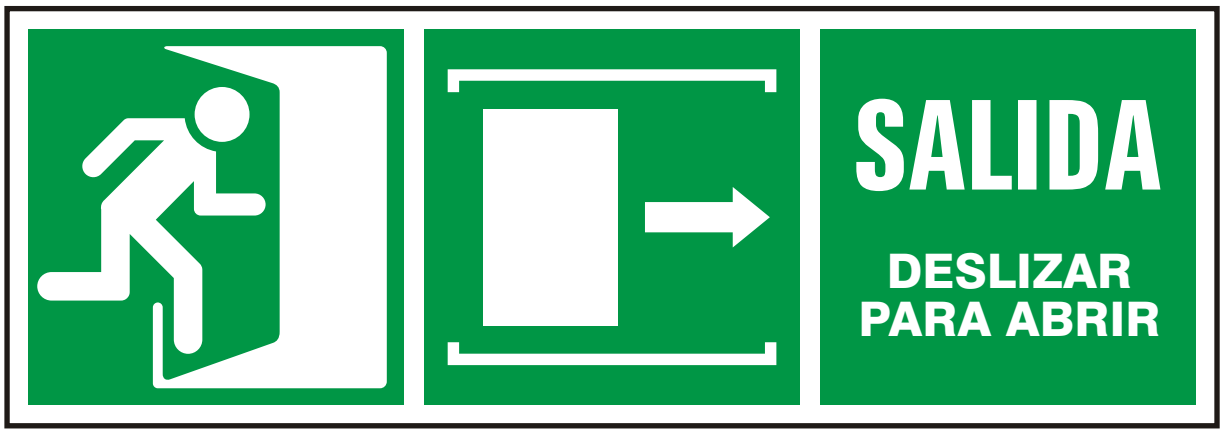




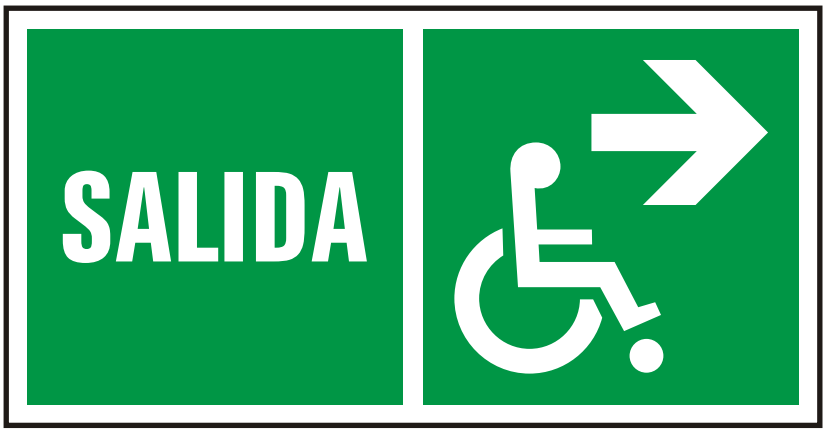
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN





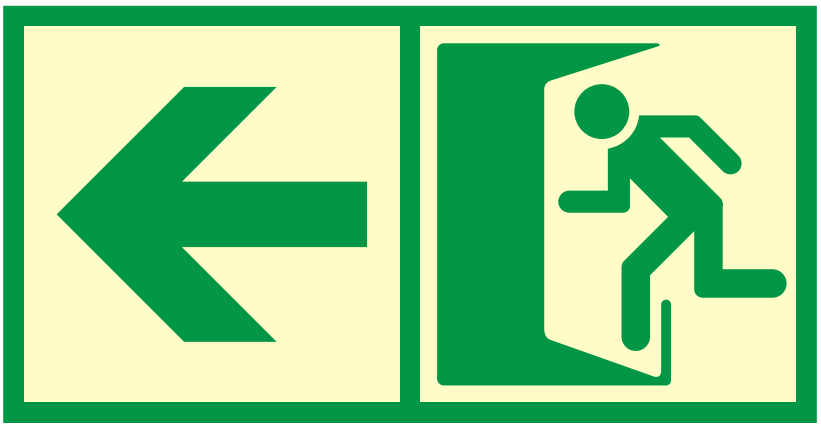


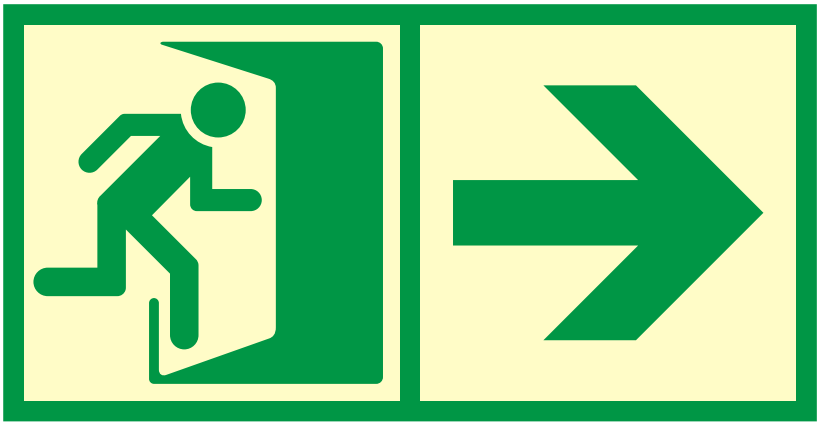
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

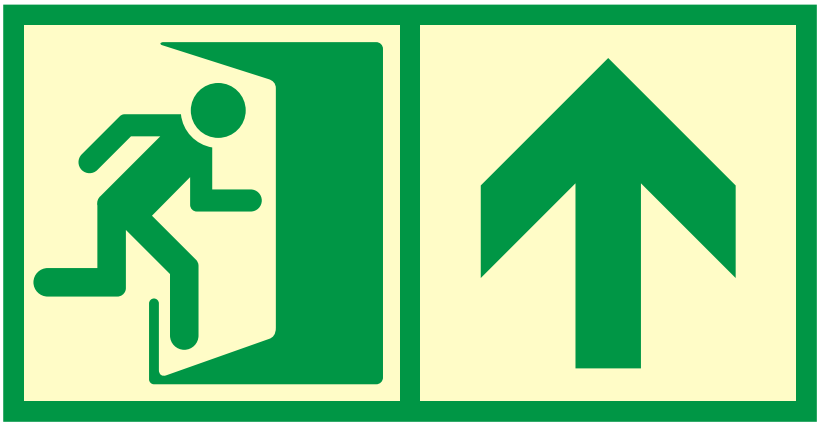


EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

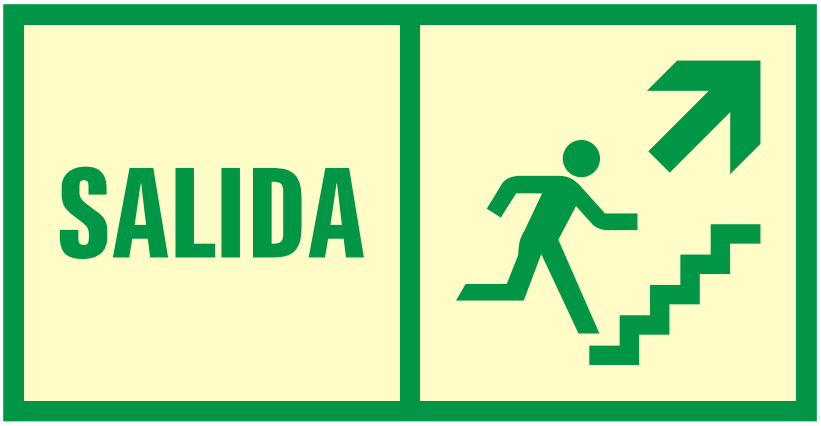




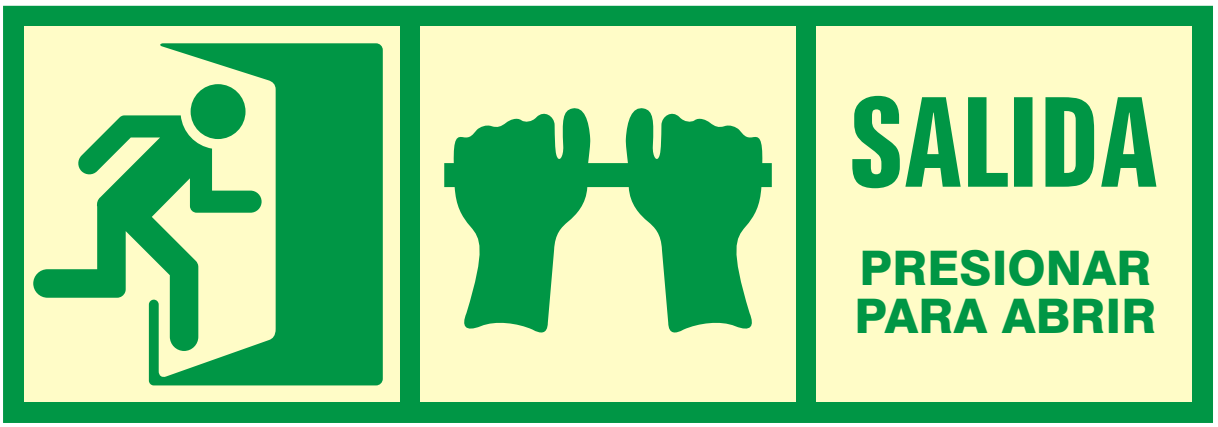


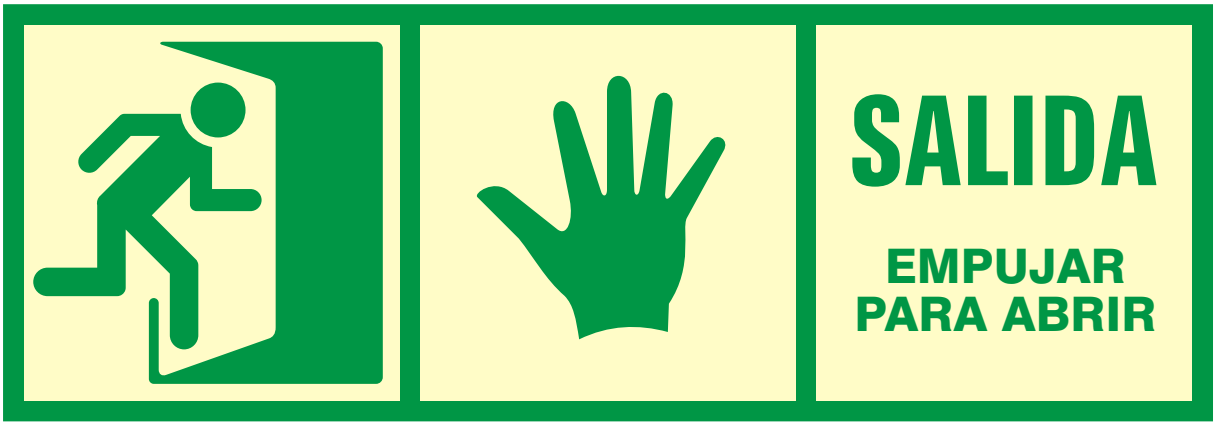
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

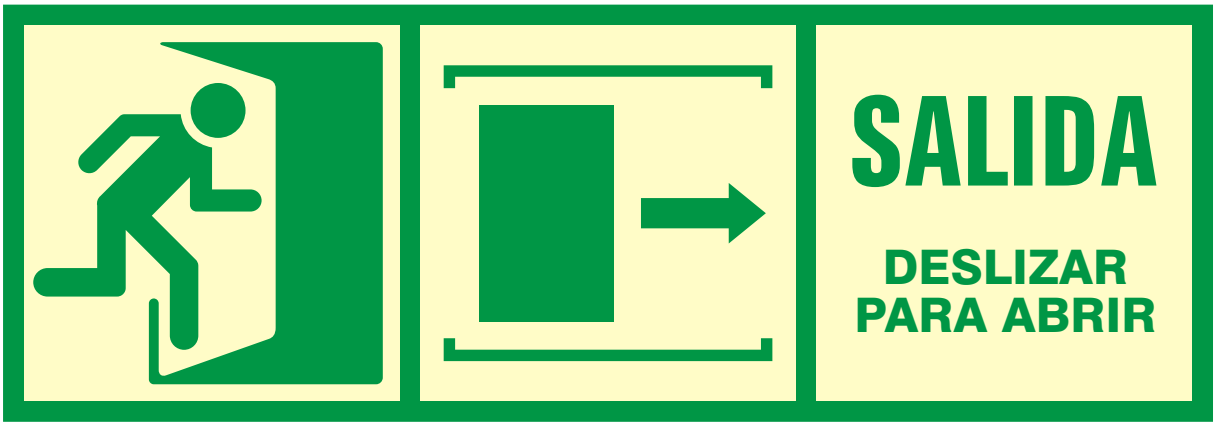
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN



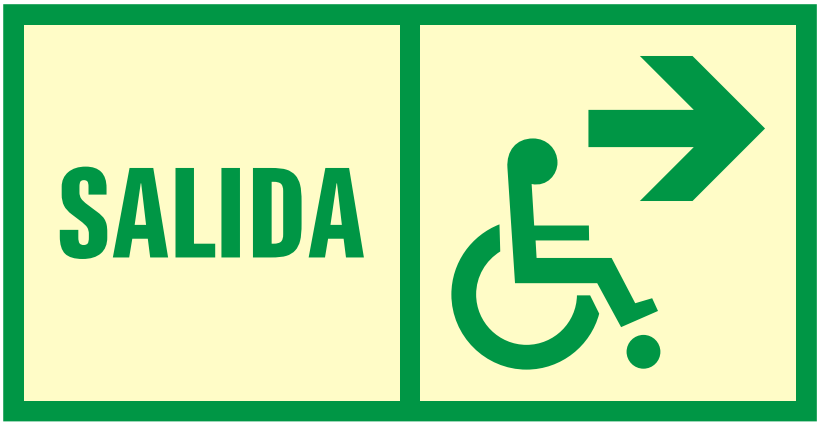
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

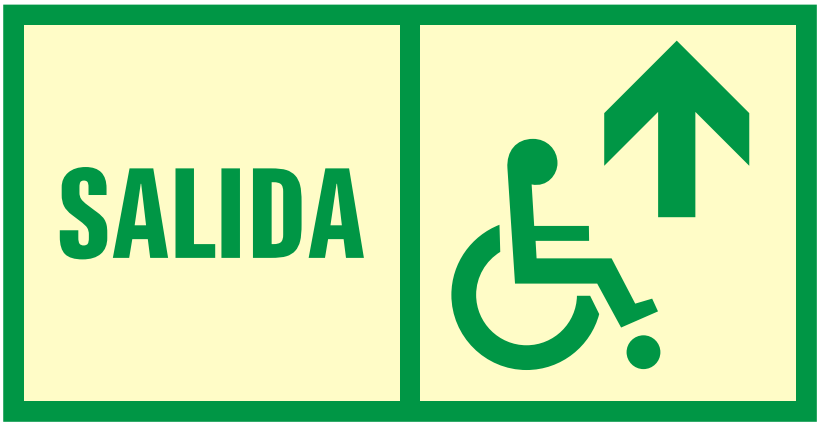






EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN





EJEMPLO DE CARTELES CON SEÑALES MÚLTIPLES

Este tipo de cartel, debido a su gran dimensión, permite colocar señales múltiples de seguridad dentro de un mismo panel.

ANEXO C
(NORMATIVO)

INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

C.1 DIMENSIONES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

C.1.1 Los formatos de las señales y carteles de seguridad necesarios, dependiendo de la distancia desde la cual el usuario visualizará la señal de seguridad o tendrá que leer el mensaje del cartel de seguridad, serán los contenidos en la Tabla C1.

TABLA C1 - FORMATOS DE LAS SEÑALES Y CARTELES SEGÚN LA DISTANCIA MÁXIMA DE VISUALIZACIÓN.

DISTANCIA (m)	**CIRCULAR** (diámetro en cm)	**TRIANGULAR** (lado en cm)	**CUADRANGULAR** (lado en cm)	**RECTANGULAR**		
				1 a 2 (lado menor en cm)	**1 a 3** (lado menor en cm)	**2 a 3** (lado menor en cm)
de 0 a 10	**20**	**20**	**20**	**20 x 40**	**20 x 60**	**20 x 30**
+ de 10 a 15	**30**	**30**	**30**	**30 x 60**	**30 x 90**	**30 x 45**
+ de 15 a 20	**40**	**40**	**40**	**40 x 80**	**40 x 120**	**40 x 60**

C.1.2 Para casos particulares las dimensiones de las señales y carteles de seguridad se reducirán proporcionalmente.

ANEXO D
(INFORMATIVO)

REFERENCIAS DE OTROS SISTEMAS DE ORDENAMIENTO DE COLORES PARA COLORES DE SEGURIDAD

Los colores están normalizados en las Tablas A2 a A4 mediante coordenadas cromáticas. Sin embargo, los fabricantes de señales de seguridad necesitan otras referencias de los colores respectivos de seguridad, para este propósito, en la Tabla D1 se dan las coordenadas de los colores de seguridad de los materiales ordinarios en otros sistemas internacionales.

TABLA D.1 - Ejemplos para colores de seguridad de otros sistemas de ordenamiento de colores

Color	DIN 6164	Munsell	AFNOR NF X08-002 y X08-010	NCS
Rojo	7,5:8,5:3	7,5R4/14	N°2805	S 2080-R
Azul	16,7:7,2:3,8	2,5PB 3/10	N°1540	S 4060-R90B
Amarillo	2,5:6,5:1	10YR 7/14	N°1330	S 1070-Y10R
Verde	21,7:6,5:4	5G 4/9	N°2455	S 3060-G
Blanco	N:0:0,5	N 9,5	N°3665	S 0500-N
Negro	N:0:9	N 1	N°2603	S 9000-N

Av. Santo Toribio 173, Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

No disponible en versión pública para mantener la privacidad de los participantes

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERIA", SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento: ANEXO 2 LINEAMIENTO DE INTERVENCIÓN SOCIAL

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 20 de Abril de 2016

Banco Interamericano de Desarrollo

ingeniería • medio ambiente • arquitectura

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PAMPA CHANCHERÍA", SECTOR PAMPA DE ÑOCO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

Documento: ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia IDP: 00950

Fecha 23 de Setiembre de 2016

Índice de Contenidos

1 INTRODUCCIÓN 5
2 OBJETIVOS 5
3 LOCALIZACIÓN DEL BOTADERO 5
4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO 6
5 MORFOLOGÍA DEL BOTADERO 7
5.1 Estado actual 7
5.2 Morfología final del área degradada 12
5.2.1 Configuración de las capas de sellado 12
5.3 Diseño de ingeniería 15
5.3.1 Modelado del terreno, movimiento de tierras. 15
5.3.2 Diseño de ingeniería 16
6 CAPA DE SELLADO 16
6.1 Dimensionado de la capa de cobertura 16
7 GESTIÓN Y MANEJO DEL BIOGÁS 17
7.1 Introducción 17
7.2 Metodología 19
7.3 Parámetros de Cálculo 21
7.3.1 Caracterización de los residuos 21
7.3.2 Geometría del botadero. Volumen de residuos 28
7.4 Resultados 36
7.5 Diseño del sistema de manejo de biogás 40
8 GESTIÓN DE LIXIVIADOS 41
8.1 Introducción 41
8.2 Composición de los lixiviados 41
8.3 Metodología generación de lixiviados 44
8.4 Resultados Generación actual 45
8.5 Resultados Alternativa Única 48
8.5.1 Cálculo de la cantidad de agua que se infiltra a través de la capa de sellado 48
8.5.2 Cálculo de la generación de lixiviados 50
8.6 Diseño del sistema de captación de lixiviados 53

9 ESTUDIO DE ESTABILIDAD 53
9.1 Descripción de alternativas 53
9.1.1 Descripción de la capa de clausura 53
9.2 Parámetros geotécnicos 53
9.2.1 Residuos 53
9.2.2 Terreno Natural 54
9.2.3 Capa de sellado 54
9.3 Factor de seguridad 55
9.4 Estabilidad global 56
9.4.1 Metodología 56
9.4.2 Parámetros geotécnicos 57
9.4.3 Geometría 57
9.4.4 Análisis de estabilidad 58
9.5 Estabilidad de la capa de sellado 60
9.5.1 Introducción 60
9.5.2 Antecedentes y datos de partida 60
9.5.3 Hipótesis 60
9.5.4 Cálculos realizados 61
9.5.5 Resultados 66
9.5.6 Conclusiones 67
10 BIBLIOGRAFÍA 68

Índice de tablas

Tabla 1. Proyección de la generación 9

Tabla 2. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería" 9

Tabla 3. Factor de Esponjamiento según tipo de material 15

Tabla 4. Proyección de generación de RSM 24

Tabla 5. Composición de los residuos sólidos domiciliarios 24

Tabla 6. Composición de los residuos sólidos no domiciliarios 25

Tabla 7. Generación de Residuos Sólidos Municipales según tipología IPCC 26

Tabla 8. Composición de los Residuos Sólidos Municipales 26

Tabla 9. Densidades Promedio de Residuos Sólidos a nivel Internacional 27

Tabla 10. Proyección de la generación 29

Tabla 11. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería" 30

Tabla 12. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería" (Diciembre 2017) 33

Tabla 13. Generación Potencial - Emisión de Biogás 37

Tabla 14. Caracterización del lixiviado de botadero 42

Tabla 15. Comparación de algunas características típicas de los lixiviados. 43

Tabla 16. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2019) 46

Tabla 17. Coeficientes de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce 49

Tabla 18. Cálculo de Escorrentía superficial 49

Tabla 19. Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás 50

Tabla 20. Producción de lixiviados en el botadero 52

Tabla 21. valores de ángulo de rozamiento entre capas 54

Tabla 22. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario 55

Tabla 23. Parámetros geotécnicos 57

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del Proyecto 6

Figura 2. Plano georreferenciado del botadero 7

Figura 4. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D 13

Figura 5. Entorno de trabajo Rhinoceros D 14

Figura 6. Diseño de ingeniería 16

Figura 7. Fases de producción de LFG. 18

Figura 8. Celda de residuos biocontaminados (I) 22

Figura 9. Celda de residuos biocontaminados (I) 23

Figura 10. Levantamiento topográfico botadero Pampa Chanchería 29

Figura 11. Morfología del botadero al final de la vida útil 35

Figura 12. Zona ocupada por la nueva trinchera propuesta 36

Figura 13. Generación Potencial – Emisión de Biogás 37

Figura 14. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous 45

Figura 15. Sección Crítica – Cálculo de estabilidad Slide 6.0 58

Figura 16. Resultados Simulación Modelo Jambu Corrected 58

Figura 17. Resultados Simulación Modelo Spencer 59

Figura 18. Resultados Simulación Modelo Morgenstern-Price 59

Figura 19. Equilibrio en talud paralelo indefinido 62

Figura 20. Equilibrio en talud paralelo definido 63

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presentan las Memorias de Cálculo empleadas para el diseño de la clausura y recuperación ambiental del botadero "Pampa Chanchería". Dicho proyecto se enmarca dentro del Programa de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en las ciudades de Andahuaylas, Bagua, Huamanga, Oxapampa, Chancay, Pozuzo, San Juan Bautista, Yauyos, Abancay, Aymaraes, Huaura, Tarma y Chincha, desarrollado por el MINAN con financiación del BID.

2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente documento son describir la metodología y reportar los resultados de los cálculos desarrollados para diseñar las medidas y obras de clausura del botadero "Pampa Chanchería".

- Morfología del botadero
- Diseño de la capa de clausura
- Estudio de Estabilidad

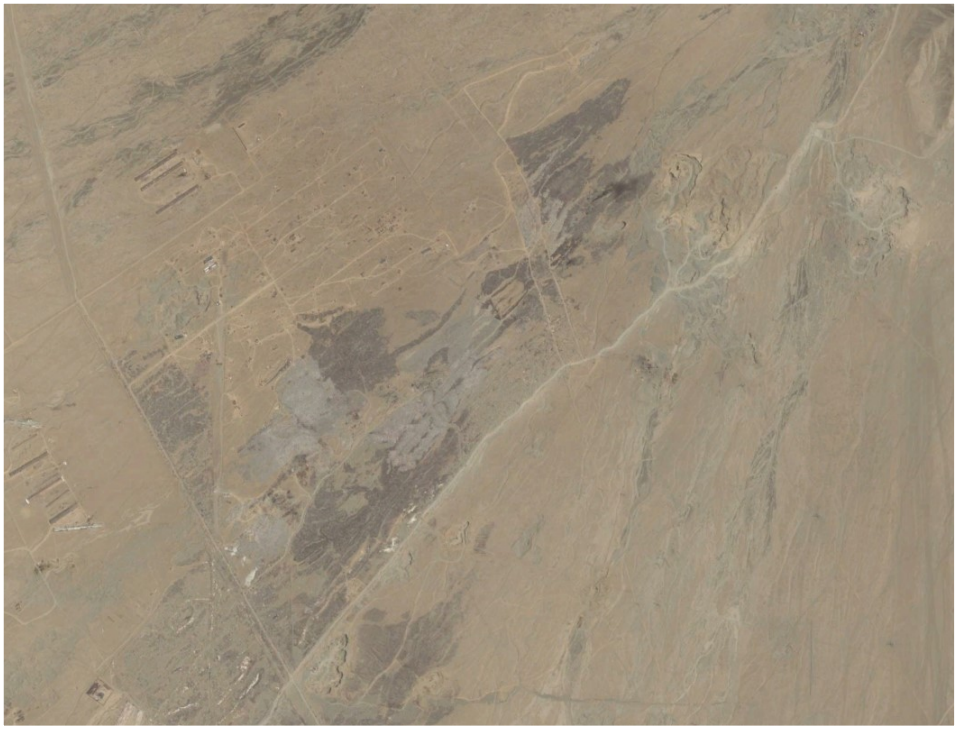
3 LOCALIZACIÓN DEL BOTADERO

El botadero "Pampa Chanchería" se ubica en el Distrito de Pueblo Nuevo, localidad de Pampa de Ñoco. Para llegar al botadero "Pampa Chanchería" se toma la carretera que conduce al Distrito de Chavín, con un tramo de 1.5 Km. de carretera asfaltada y un segundo tramo de 4.5 Km. de trocha. La distancia desde el poblado más cercano hacia el botadero es de 2.6 Km.

El proyecto se ubica a una altitud promedio de 209 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, 380260.31 m Este; 8521615.27 m Sur.

La imagen a continuación muestra la localización del proyecto.

Figura 1. Localización del Proyecto



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

El sellado y restauración de botaderos consiste en la disposición de una combinación de capas que minimizan la exposición de la masa de vertido a los agentes atmosféricos, evitando de este modo la emisión incontrolada de gases y la producción de lixiviados, al tiempo que se proporciona una superficie apta para la revegetación del emplazamiento, integrándolo paisajísticamente en su entorno.

La clausura y restauración del área degradada por residuos sólidos Pampa Chanchería ha sido diseñado bajo los siguientes principios básicos que conduzcan a cumplir con los objetivos descritos anteriormente:

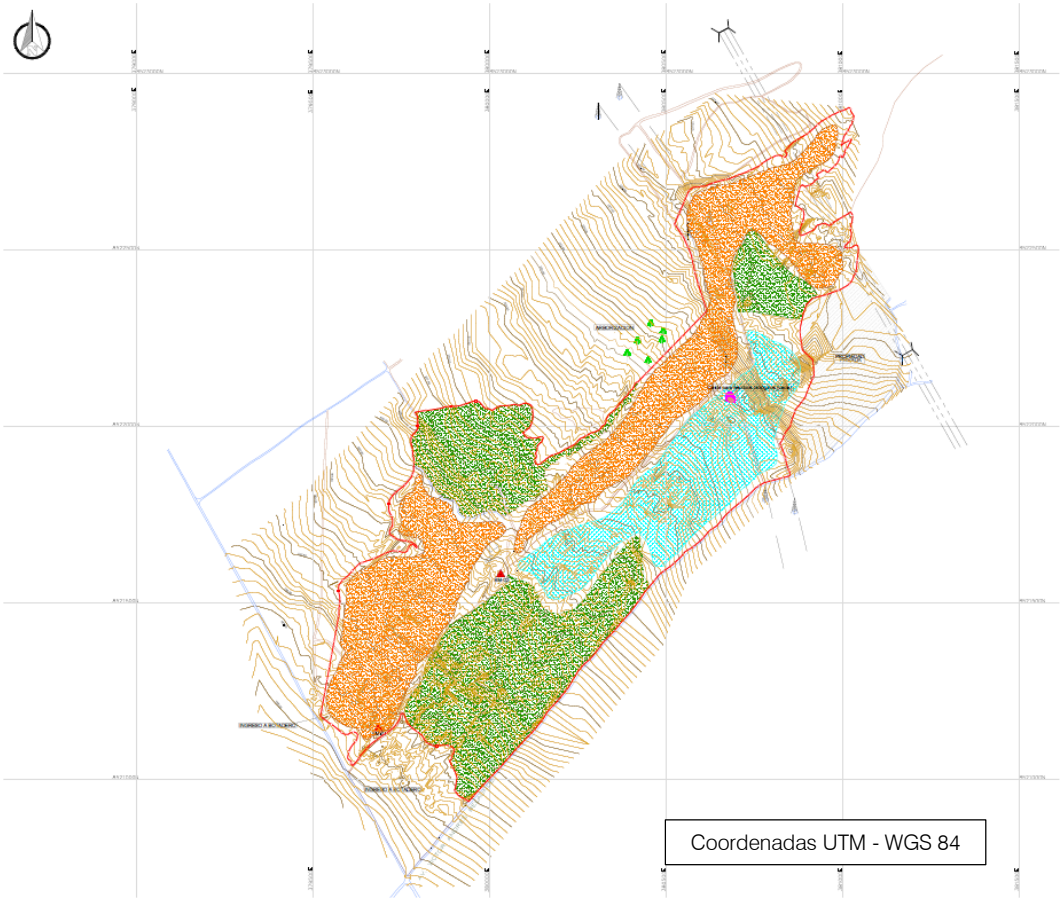
- El diseño y geometría final del botadero contará con una geometría que permita una estabilidad geotécnica en su etapa de clausura y post clausura, con riesgo mínimo de inestabilidad del terreno o deslizamiento de los residuos.
- El diseño de la clausura del botadero contará con una capa de sellado que garantice la impermeabilización de la masa de residuos, minimizando de esta forma el contacto con el residuo del agua de lluvia infiltrada en la capa de cobertura.

5 MORFOLOGÍA DEL BOTADERO

5.1 Estado actual

En la figura a continuación se presentan las características topográficas del predio del proyecto.

Figura 2. Plano georreferenciado del botadero



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Pampa Chanchería (Chincha). 2015

La zona donde se ubica el botadero no está considerada como parte de áreas de protección ecológica (reservas naturales),tampoco es terreno urbano, ni tampoco está considerado dentro de los planes de expansión urbana. Se observa presencia antrópica dentro de la zona del botadero (recicladores) y viviendas precarias. Su característica de área semidesértica considerando el bajo índice de precipitaciones, vegetación desértica o casi nula, fauna silvestre escasa, aunado al uso en pésimas condiciones sanitarias del sector, donde los residuos son esparcidos sin mantener un patrón de acomodo, determinan un suelo degradado y alterado con fuertes indicios de contaminación, no se

advierten señales de actividad agrícola o ganadera formal. El terreno es eriazo, no existe infraestructura de riego y/o canalizaciones con fines agrícolas.

De acuerdo al levantamiento topográfico realizado se determinó que la superficie afectada por la disposición inadecuada de residuos sólidos (medida en planta) es de 1,088,841 m^2 (área total comprendida dentro del cerco perimétrico proyectado ver plano A02) la cual incluye el área actual del botadero (1,054,761 m^2 ver plano G01).

En la actualidad, en el botadero se pueden encontrar hasta cuatro áreas de intervención:

- Área del botadero actual
- Área del botadero abandonada, con residuos calcinados
- Área del botadero con mezcla de residuos municipales y residuos de la construcción
- Área colindante afectada por la disposición incontrolada de residuos

Volumen actual de residuos

A diferencia de otras áreas degradadas en el Perú, en las cuales se han podido emplear técnicas precisas y avanzadas para determinar la profundidad de los residuos tales como la tomografía eléctrica vertical, en el caso del botadero Pampa Chanchería esta técnica carece de utilidad.

Las condiciones en las que se ha operado el botadero, con columnas de residuo muy pequeñas (<5 m) y residuos esparcidos por un área muy extensa hacen que los resultados de tomografía sean difícilmente interpretables para este fin. Adicionalmente, las quemas sucesivas de residuo, las cuales obviamente no han sido contabilizadas, han reducido considerablemente el volumen de residuo el botadero.

Por todo lo anterior, la estimación del volumen de residuos presente en el botadero se ha realizado en base a los estudios de generación de las poblaciones que depositan sus residuos en el botadero.

La geometría del botadero ha sido evaluada a partir del levantamiento topográfico (Ver Anexo 4 y Plano G01) llevado a cabo en el botadero durante el mes de enero de 2015, obteniendo una superficie total del botadero 77, 99.42 m^2.

Actualmente, el área total a recuperar se extiende sobre una superficie total de 84,448.55 m^2 , área que incluye la superficie del botadero y las superficies aledañas afectadas por la disposición de residuos (Ver plano A01). Dicha área estará delimitada por el futuro cerco perimétrico del área recuperada.

De acuerdo a los estudios de proyección de generación de residuos, para el año 2015 (191,849 hab.), la generación de residuos sólidos municipales será de 137.6 Ton/ día, y un total de 50,232Tn/año, siendo el incremento anual medio del 2.6 %, de acuerdo al estudio de proyección de generación de residuos sólido municipales elaborado en el expediente técnico del nuevo relleno.

A efectos de cálculo de generación no se ha tenido en cuenta el "% de cobertura de recolección", de manera que tanto las estimaciones de generación de residuos como de generación de lixiviado y biogás se han llevado a cabo suponiendo el escenario más desfavorable posible.

Tabla 1. Proyección de la generación

Año	Generación (Tn/año)	Incremento anual
2014	48,943	
2015	50,232	2.64%
2016	51,537	2.60%
2017	52,876	2.60%
2018	54,251	2.60%
2019	55,641	2.56%
2020	57,074	2.58%
2021	58,533	2.56%
2022	60,025	2.55%
2023	61,541	2.53%
2024	63,101	2.53%
Media		2.6%

Fuente: Adaptado del Estudio de Preinversión "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha – Ica

En la siguiente tabla se emplea este mismo incremento anual para determinar los volúmenes de residuos para los años anteriores al 2015 hasta el año 1960, que fue el año que el botadero inicio sus operaciones, para estimar tonelaje de disposición anual. La densidad evoluciona a medida que los residuos se estabilizan, además de otros factores como la compactación.

La densidad asumida para los residuos dispuestos en el botadero es de 600 kg/m^3 para residuos dispuesto con antigüedad igual o mayor a dos años (donde la columna de residuo es menor a 10 m y no ha existido ningún tipo de compactación), y 400kg/m^3 para residuos sueltos descargados en el botadero.

Tabla 2. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería"

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
1960	0.6	20,698
1961	0.6	21,231
1962	0.6	21,777

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
1963	0.6	22,338
1964	0.6	22,912
1965	0.6	23,502
1966	0.6	24,107
1967	0.6	24,727
1968	0.6	25,364
1969	0.6	26,016
1970	0.6	26,686
1971	0.6	27,372
1972	0.6	28,077
1973	0.6	28,799
1974	0.6	29,540
1975	0.6	30,301
1976	0.6	31,080
1977	0.6	31,880
1978	0.6	32,701
1979	0.6	33,542
1980	0.6	34,405
1981	0.6	35,291
1982	0.6	36,199
1983	0.6	37,130
1984	0.6	38,086
1985	0.6	39,066
1986	0.6	40,071
1987	0.6	41,102
1988	0.6	42,160
1989	0.6	43,245
1990	0.6	44,358
1991	0.6	45,499
1992	0.6	46,670
1993	0.6	47,871
1994	0.6	49,103
1995	0.6	50,367

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
1996	0.6	51,663
1997	0.6	52,992
1998	0.6	54,356
1999	0.6	55,755
2000	0.6	57,189
2001	0.6	58,661
2002	0.6	60,171
2003	0.6	61,719
2004	0.6	63,307
2005	0.6	64,936
2006	0.6	66,607
2007	0.6	68,321
2008	0.6	70,080
2009	0.6	71,883
2010	0.6	73,733
2011	0.6	75,630
2012	0.6	77,576
2013	0.4	119,359
2014	0.4	122,431
2015	-	-
Total		2,529,644

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En las visitas llevadas a cabo por el equipo consultor se detectó que de forma habitual los residuos en el botadero son quemados, lo cual reduciría notablemente los volúmenes de residuos presentes en el botadero. Igualmente, a partir de las visitas, se estima que la altura media de los residuos en el conjunto del botadero es de aproximadamente 3.5 metros. Teniendo en consideración la extensión total del botadero, de 1,054,760.92 m2, el volumen acumulado de residuos desde la apertura del botadero se estimaría en 3,691,663.22 m3. Por lo tanto, podemos concluir que un 30 % aproximadamente de los residuos han sido incinerados durante los años de operación del botadero.

5.2 Morfología final del área degradada

La morfología final del botadero una vez clausurado viene determina, en primer lugar, por la morfología final del residuo al final de la fase de operación y previa a la clausura. Además de por la morfología final de los residuos, la morfología final del botadero viene determinada por la configuración de las capas de sellado.

5.2.1 Configuración de las capas de sellado

La tipología y espesores de las capas de sellado van a influenciar la morfología final del conjunto del botadero Pampa Chanchería. El diseño planteado supone un incremento del espesor mínimo de 1 metro, debido a la capa de clausura. A modo introductorio, las capas que componen la clausura son las siguientes (orden descendente):

- Cubierta de suelo tolerable de 0.9 m de espesor.
- Residuos.

Metodología de trabajo

El equipo redactor del Proyecto cuenta con un conjunto de medios informáticos de los cuales destacan los Programas "Autocad Civil 3D" y "Rhinoceros 3D". La combinación de ellos permite la modelización y tratamiento del terreno, desarrollo de todo el proceso de trazado y presentación de resultados.

La metodología empleada para el diseño de la clausura y cálculo detallado de los metrados se describe a continuación.

1. Diseño y modelado en AutoCAD Civil 3D y en Rhinoceros 3D. Cálculo de metrados.

A continuación se realiza una breve descripción de las características del Programa AutoCAD Civil 3D.

AutoDesk CIVIL 3D Desktop una aplicación que ofrece a los Diseñadores, Planificadores, Ingenieros, Topógrafos y Dibujantes, poderosas funcionalidades como el COGO para la creación y administración de puntos topográficos, a creación de mapas, modelamiento de terrenos para cálculo de volúmenes y creación de curvas de nivel, alineamientos para diseño de vías y terrenos.

Está construido teniendo como software base el AutoCAD y el AutoDesk MAP, lo cual proporciona una interfase y administración centralizada de datos para crear un ambiente que promueve el diseño y análisis de datos de manera más rápida y fiable.

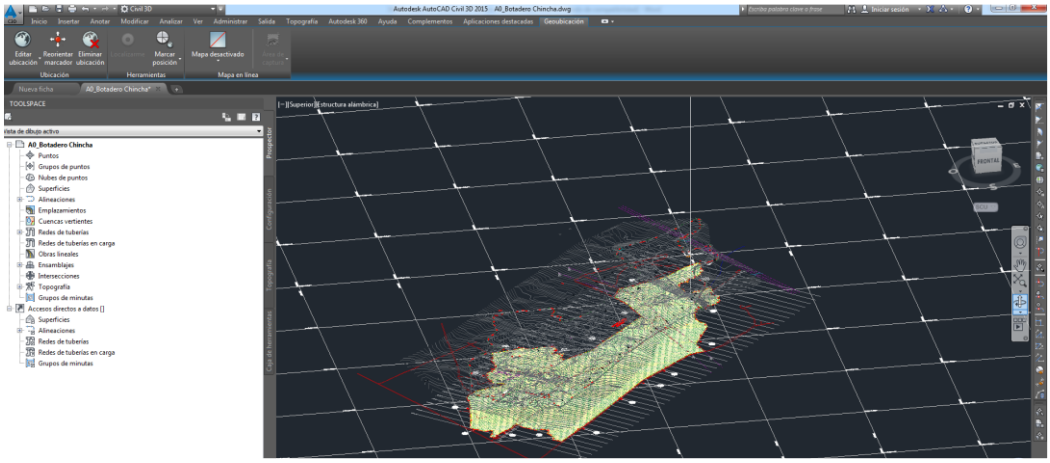
AutoDesk CIVIL 3D Desktop es el eje de la solución de la Ingeniería Civil, la Topografía y el Diseño basado en AutoCAD que permite ahorrar tiempo y dinero a través de la creación de planos de producción con amplia interoperabilidad de datos y nueva administración de hojas de planos.

AutoDesk CIVIL 3D Desktop amplia AutoCAD al ofrecer creación, análisis y dibujo de puntos; modelado de terrenos, parcelas y alineamientos de carreteras, que pueden usarse directamente en los procesos de Diseño Civil y de creación de Mapas Topográficos.

Las herramientas integradas de AutoDesk CIVIL 3D Desktop extiende las funcionalidades de AutoDesk MAP 3D y AutoCAD con características mejoradas de desarrollo de terrenos. Las herramientas ayudan a crear y a etiquetar puntos COGO definir y editar parcelas y alineamientos de carreteras, automatizar procedimientos de dibujo, crear modelos de ternos y calcular volúmenes.

AutoDesk CIVIL 3D Desktop, reduce el riesgo de pérdida de datos y ahorra tiempo al integrar las funciones de Dibujo, Topografía, Planeación e Ingeniería.

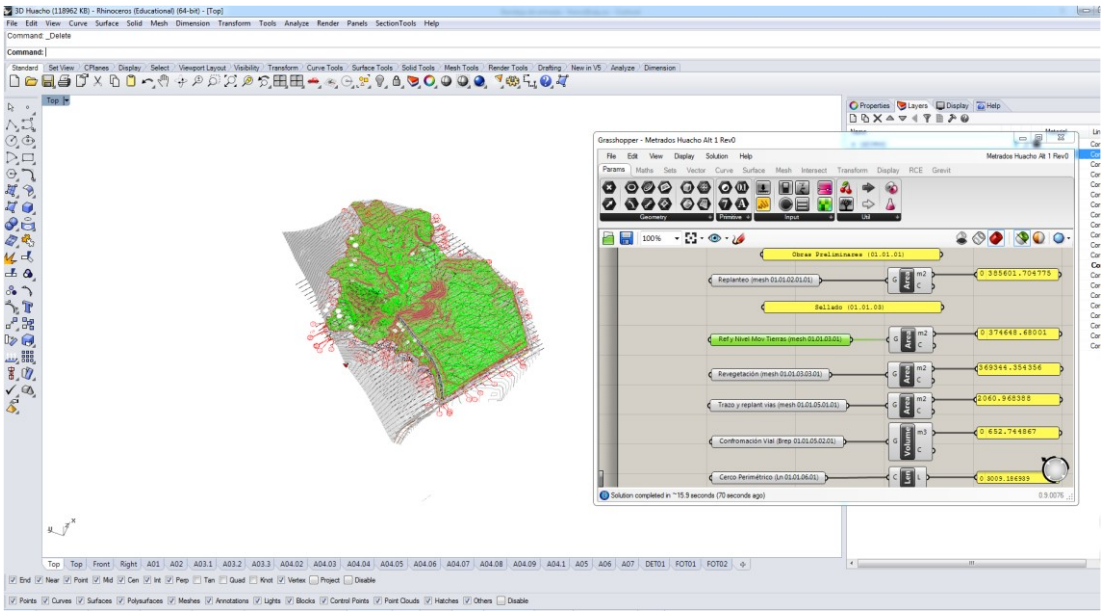
Figura 3. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Las características funcionales de AutoDesk CIVIL 3D para el diseño y modelado se ven complementadas con el software Rhinoceros D, especialmente en lo que se refiere al reporte de metrados distintos a movimientos de tierras.

Figura 4. Entorno de trabajo Rhinoceros D



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

2. Generación de planos en Autocad Civil 3D y resumen de metrados.

Los resultados de los metrados son recogidos en un documento que de sustento al documento Excel de cálculo del documento del proyecto. Los metrados se muestran en cuatro posibles unidades según el tipo de partida (ud, m, m^2 o m).

Los movimiento de tierras se llevan a cabo fundamentalmente mediante acciones mecánicas sobre los terrenos. Estas acciones originan un cambio de volumen aparente en los materiales. Dicho cambio de volumen se ha de tener en cuenta a efectos de cálculo de presupuestos. En el caso de los metrados de movimientos de tierras obtenidos a través de la metodología descrita, los resultados han sido medido a nivel perfil, por lo que dicho cambio de volumen no se tiene en consideración.

En el Excel de proyecto, se ha aplicado un factor de esponjamiento (Fw) a cada una de las partidas según el tipo de material[1,2].

$$F_w = \frac{Volumen\ en\ Banco}{Volumen\ Suelto}$$

[1] Cherné Tarilonte, J. y González Aguilar, A. Movimiento de Tierras. 2010. Construcciones industriales. 5º ing. Industrial
[2] Díaz del Río, Manuel. Maquinaria de Construcción 2001. Ed. McGrawHill.

Tabla 3. Factor de Esponjamiento según tipo de material

MATERIAL	dL (t/m3)	dB (t/m3)	Sw (%)	Fw
Caliza	1.54	2.61	70	0.59
Arcilla	1.66	2.02	22	0.83
	1.48	1.84	25	0.81
	1.66	2.08	25	0.8
Arcilla y grava	1.42	1.66	17	0.86
	1.54	1.84	20	0.84
Roca Alterada	1.96	2.79	43	0.7
	1.72	2.28	33	0.75
	1.57	1.06	25	0.8
Tierra	1.51	1.9	25	0.8
	1.6	2.02	26	0.79
	1.25	1.54	23	0.81
Granito Fragmentado	1.66	2.73	64	0.61
Grava	1.93	2.17	13	0.89
	1.51	1.69	13	0.89
	2.02	2.26	13	0.89
Arena y Arcilla	1.6	2.02	26	0.79
Yeso Fragmentado	1.81	3.17	75	0.57
Arenisca	1.51	2.52	67	0.6
Arena	1.42	1.6	13	0.89
	1.69	1.9	13	0.89
	1.84	2.08	13	0.89
Tierra y Grava	1.72	1.93	13	0.89
	2.02	2.23	10	0.91
Tierra Vegetal	0.95	1.37	44	0.69
Basaltos o Diabasas Fragmentadas	1.75	2.61	49	0.67
Nieve	0.13	---	---	
	0.52	---	---	---

dL: Densidad suelta; dB: Densidad Banco; Sw Porcentaje de esponjamiento; Fw: Factor de esponjamiento

Fuente: Cherné Tarilonte, J. y Gonzáliz Aguilar, A.Movimiento de Tierras. 2010. Construcciónes incdustriales. 5º ing. Industrial

5.3 Diseño de ingeniería

5.3.1 Modelado del terreno, movimiento de tierras.

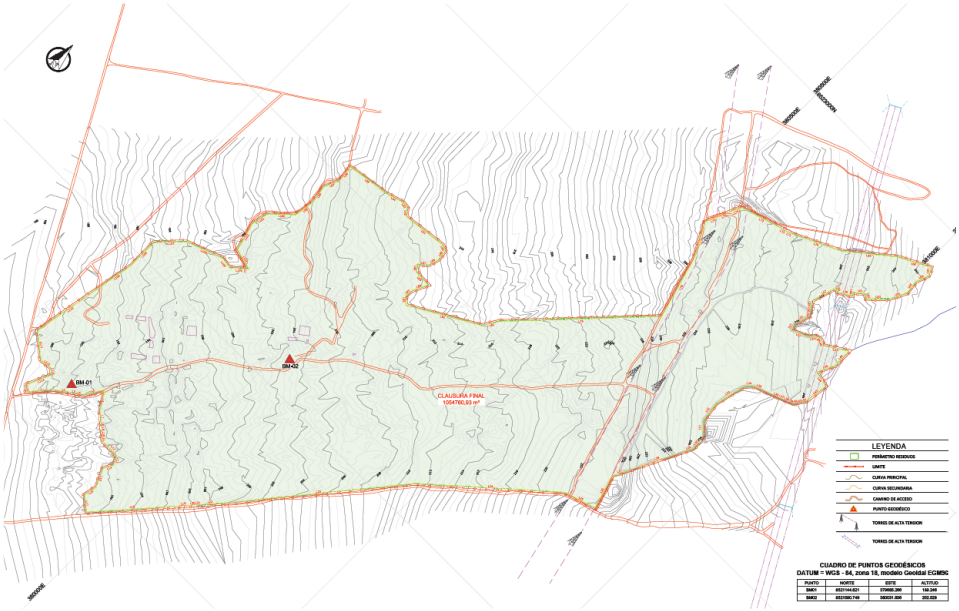
De acuerdo al modelado de la superficie del botadero, la configuración final del botadero comprende solo movimientos de tierras relacionados con la regularización y perfilado de los taludes perimetrales.

- 1,094,455.97 m^2

5.3.2 Diseño de ingeniería

En la figura a continuación se presenta la distribución general de las obras e infraestructura que conforman la clausura y restauración ambiental del sitio de proyecto, donde se proyecta principalmente la construcción de un vial de acceso y cerco perimetral. También se muestra el proyecto de integración paisajística mediante revegetación y plantación de especies autóctonas.

Figura 5. Diseño de ingeniería



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

6 CAPA DE SELLADO

6.1 Dimensionado de la capa de cobertura

El diseño de la capa de sellado del botadero “Pampa Chanchería” incluye la construcción de una “cobertura de suelo de evaporación”, una capa de clausura formada por tierras de la zona de 90 cm de espesor.

El sellado mediante este tipo cubierta se fundamenta en la limitación de la migración descendente de agua al capturar y desviar el agua para su uso por la vegetación de la superficie. En zonas extremadamente áridas como en la que se encuentra el botadero “Pampa Chanchería”, no es totalmente viable garantizar el establecimiento de una covertura vegetal. Sin embargo, la sola

evaporación directa garantiza la no migración descendente del agua. Esta capa de suelo de 90 cm espesor se compone de una capa de 75 cm espesor construida en capas compactadas de 15 cm de grosor y culminada por otra capa de 15 cm sin compactar[3].

Igualmente, un grosor de 90 cm cumple con las exigencias mínimas de grosor (50 cm) especificadas en el manual de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado (MINAM).

7 GESTIÓN Y MANEJO DEL BIOGÁS

7.1 Introducción

A medida que se sucede el proceso de llenado de un botadero, ocurre la degradación de anaeróbica de los residuos. Esta degradación dará lugar a la producción de biogás de vertedero con un contenido en metano superior al 50%. El metano está considerado como un importante gas de efecto invernadero, por lo tanto, los rellenos sanitarios modernos están equipados con las instalaciones, ya sea para la quema de biogás o para su valorización.

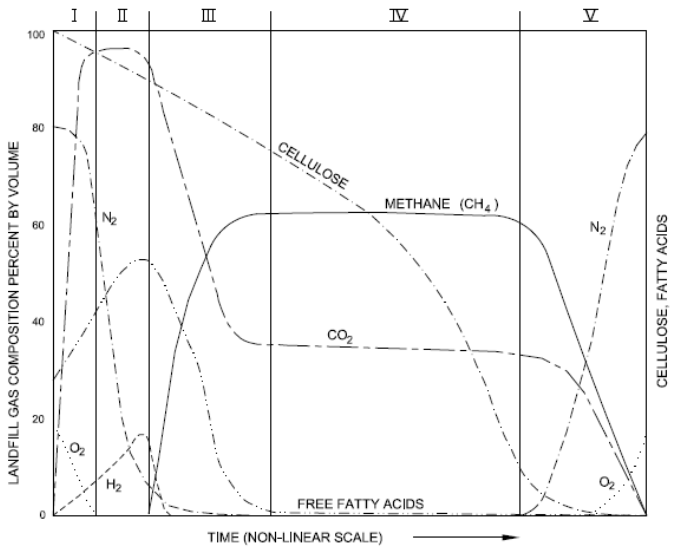
El biogás se genera como resultado de procesos físicos, químicos, y los microbianos que ocurren dentro de los residuos. Debido a la naturaleza orgánica de la mayoría de los residuos, los procesos microbianos gobiernan el proceso de generación de biogás (Christensen, 1989). Estos procesos son sensibles a su entorno; por lo tanto, un número de condiciones naturales y artificiales afectará a la población microbiana y por lo tanto la tasa de generación de biogás. Los estudios a corto plazo realizados en los vertederos de tamaño completo con datos de pruebas de extracción de biogás indican un rango de generación de biogás entre 0,05 y 0,40 m de biogás por kilogramo de residuos colocados en un vertedero (Ham, 1989). La masa de residuos representa para ambos materiales sólidos (de 75 a 80 por ciento en masa) y humedad (20 a 25 por ciento en masa). Este intervalo es una función del contenido orgánico de los residuos que se colocan en el vertedero.

Es importante tener en cuenta que la generación de biogás se produce en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), y por lo tanto las condiciones naturales o artificiales en que se mueve el proceso anaeróbico afectarán a la generación de biogás. También es importante tener en cuenta que la generación de biogás no es instantánea; cualquier cantidad de residuos que se lleva a un vertedero se someterá a una serie de procesos que han sido caracterizados por Farquhar y Rovers (197), como se muestra en la figura siguiente. De acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 199), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4.

[3] Alternative Landfill Cover. Innovative Technology Summary Report, 2000 (http://energy.gov/em/office-environmental-management)

Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años.

Figura 6. Fases de producción de LFG.



PHASES	CONDITION	TIME FRAME - TYPICAL
I	AEROBIC	HOURS TO WEEKS
II	ANOXIC	1 TO 6 MONTHS
III	ANAEROBIC, METHANOGENIC, UNSTEADY	3 MONTHS TO 3 YEARS
IV	ANAEROBIC, METHANOGENIC, STEADY	8 TO 40 YEARS
V	ANAEROBIC, METHANOGENIC, DECLINING	1 TO 40+ YEARS
TOTAL		10 TO 80+ YEARS

Fuente: Farquhar and Rovers (197), modificado por Augenstein y Pacey (1991)

Existen numerosos modelos que predicen la generación de biogás en un botadero. Una introducción a los modelos de generación de biogás (landfill gas, LFG) requiere una comprensión de las diferentes vías de generación de biogás en el botadero y cómo se han utilizado los modelos para estimar dicha generación de biogás y su distribución. Un informe completo del volumen de biogás generado requiere la identificación de los siguientes términos:

$$\begin{aligned} LFG\ generado\ &= LFG\ extraído\ + LFG\ no\ extraído\ emitido\ a\ través\ de\ la\ cubierta \\ &+ Metano\ oxidado\ a\ través\ de\ la\ cubierta\ + Migración\ lateral \\ &+ Cambios\ en\ el\ almacenamiento\ del\ LFG \end{aligned}$$

El LFG extraído es el único término que se puede medir con precisión. Los otros términos son generalmente desconocidos. Por lo tanto, los modelos de generación de biogás no pueden ser completamente validados con datos de la colección de medición de biogás debido a que los parámetros no medidos introducen posibles errores en los cálculos.

En los casos en los que se plantea el cálculo de generación de biogás en botaderos a cielo abierto, en los que las condiciones de manejo no son conocidas, los errores debido a los parámetros no medidos son aún mayores que en los rellenos sanitarios.

7.2 Metodología

Los modelos de generación de biogás son el método más común utilizado para estimar la generación de biogás. Existen numerosos modelos desarrollados por diferentes investigadores y empresas, los cuales predicen la generación de biogás a través del tiempo a partir de los residuos vertidos.

Estos modelos se utilizan normalmente para:

- Dimensionar la red de extracción, distribución y valoración de biogás
- Estimar las emisiones de gas invernadero y la reducción potencial de emisiones

El modelo utilizado para estimar la generación de biogás en el botadero "Pampa Chanchería" es el desarrollado por el IPCC - 2006. En este modelo, la cantidad de metano generado por la eliminación de residuos en el botadero se calcula sobre la base de un modelo de descomposición de primer orden ("first order decay model" - FOD). La generación de metano en el botadero se describe como una función del tiempo de acuerdo con un proceso de descomposición de primer orden, en el que se distinguen fracciones orgánicas de degradación rápida, moderada y lenta.

El modelo distingue entre los diferentes tipos de residuos (j) con tasas respectivas constantes de decaimiento (kJ) y fracciones de carbono orgánico degradable (DOCj). El modelo calcula la generación de metano que se produce en el año 'y' (un período de 12 meses consecutivos) o el mes 'm' en base a los flujos de residuos de los tipos de residuos j (Wj, x o Wj, i) dispuesto en el botadero durante un período de tiempo especificado (año o meses).

El método FOD tiene en cuenta los factores de tiempo de los procesos de degradación, y genera estimaciones de emisiones anuales que reflejan este proceso, que pueden tardar años, incluso décadas.

La cantidad de metano generado por la eliminación de residuos en el botadero se calcula para el año y (BECH4,SWDS,y) utilizando la siguiente ecuación:

$$BECH4,SWDS,y = \varphi * (1-f) * GWPCH4 * (1-OX) * 16/12 * F * DOCf * MCF * \sum x = 1, y \sum j\, Wj,x * DOCj * e - kj * (y-x) * (1-e-kj)$$

Dónde:

- BECH4,SWDS,y = Las emisiones de línea de base, proyecto o fugas de metano que se producen en el año "y", generado a partir de la eliminación de residuos en el botadero durante un período de tiempo que termina en el año y (tCO2e/año).
- x = Años en el período de tiempo en el que se eliminan los residuos en los botaderos, que se extiende desde el primer año en el período de tiempo (x = 1) hasta el año y (x = y).
- y = Año del período de crédito para el cual se calculan las emisiones de metano (y es un período consecutivo de 12 meses).
- DOCf, y = Fracción de carbono orgánico degradable (DOC) que se descompone en las condiciones específicas que se producen en los rellenos sanitarios para el año 'y' (fracción de peso).
- Wj,x = Cantidad de residuos sólidos de tipo j dispuestos en el botadero en el año 'x' (t)
- ϕy = Factor de corrección del modelo para tener en cuenta las incertidumbres del modelo para el año y.
- fy = Fracción de metano capturado en el SWDS y quemado, quemado o utilizado de otra forma que se eviten las emisiones de metano a la atmósfera en el año y.
- GWPCH4 = Potencial de calentamiento global del metano (Global Warming Potential).
- OX = Factor de oxidación (que refleja la cantidad de metano en el botadero que se oxida en el suelo u otro material que cubre los residuos).
- F = Fracción de metano en el gas de RSU (fracción de volumen).
- MCFy = Factor de corrección del metano para el año y.
- DOCj = Fracción de carbono orgánico degradable en los residuos tipo j (fracción de peso).
- kj = tasa de degradación de los residuos tipo j (1 / año).
- j = Tipo de residuos en los RSU

La fuente metodológica utilizada puede ser consultada en la web de la IPCC, Methodological tool "Emissions from solid waste disposal sites" (versión 06.0.1)[4].

No es posible determinar la proporción de residuos degradados aeróbica o anaeróbicamente en el botadero, por lo que para realizar estimaciones en la generación de biogás es necesario imponer algunos criterios que ayuden a simular condiciones similares a las que se presentan, tales como tiempos prolongados de exposición a condiciones aeróbicas o la eficiencia del sistema de extracción (venteo pasivo). Los cálculos de generación de biogás se han realizado tomando en cuenta las siguientes consideraciones en la metodología. Dichas consideraciones se han llevado a cabo en base

[4] (https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-04-v6.0.1.pdf).

a la literatura científica disponible (Hudgins y Harper (1999); Rendra (2007)) y a la experiencia previa del consultor[5].

- La eficiencia en la generación de base es del 100%. Para una situación real, teniendo en cuenta que el sistema de evacuación es por venteo pasivo, el biogás emitido a la atmosfera se asume el 50 % del generado. En sistemas de extracción activa (con soplantes, propios de rellenos sanitarios), la eficiencia es aproximadamente del 70 % (recomendada según la metodología propuesta).
- El factor de oxidación asumido para residuo no cubierto es de OX=0.9 (se potencia la degradación anaeróbica). En los caso en los que existen cubriciones, el factor de oxidación es OX = 0.1. En el caso del botadero Pampa Chanchería, se ha tenido en cuenta un factor de oxidación de 0.9.

La elección de la metodología se sustenta en la necesidad de utilizar un modelo que permita introducir condicionantes y limitaciones a la generación de biogás, tales como la exposición a degradación anaeróbica de los residuos durante el tiempo en el que el residuo no está cubierto. Además, en el caso particular de Perú no existe ningún modelo aprobado a nivel estatal para la estimación del biogás generado. Otra de las razonas que han llevado al uso de esta metodología es que es la misma que se utiliza para desarrollar los proyectos bajo el mecanismo de desarrollo limpio, y por tanto la propuesta por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de Naciones Unidas.

7.3 Parámetros de Cálculo

7.3.1 Caracterización de los residuos

La caracterización del residuo en el botadero no es necesaria debido a que el residuo se encuentra degradado y no es identificable. De realizarse un muestreo para la caracterización esta acción no garantiza la representación de la totalidad de los residuos dispuestos en el botadero debido a que no se ha llevado un registro y control de los mismos.

Para este caso específico se ha hecho uso de la información y documentación de estudios previos realizados; tales como:

- PIP "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha - Ica".

[5] Clausura, desgasificación y saneamiento de relleno sanitario Bordo Poniente Fase IV. México DF. Proyecto de clausura y restauración ambiental del depósito controlado de Coll Cardús Fase 1(España)

- Estudio de caracterización de residuos sólidos, implementación del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos domiciliarios generados en la Provincia de Chincha (Municipalidad Provincial de Chincha, 2012).

- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Región Ica (Gerencia Municipal y Sub Gerencia de Desarrollo y Medio Ambiente de la Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo 2012).

- Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos de Chincha. Municipalidad Provincial de Chincha, 2012.

A raíz de las visitas de campo y las entrevistas mantenidas con los responsables municipales previas al desarrollo del presente proyecto de inversión pública se determinaron que los residuos depositados en el botadero Pampa Chanchería son de origen municipal, tanto domiciliario como no domiciliario (comercios, instituciones etc) y de la construcción / demolición.

No queda claro cuál es el destino de los residuos de origen hospitalario. Según conversaciones con los gerentes municipales los residuos de origen hospitalarios son gestionados por los centros sanitarios y en ningún caso depositados en el botadero. Sin embargo se ha encontrado una zona de disposición de residuos biocontaminados en el interior del botadero, la cual no cuenta con ningún tipo de diseño constructivo especial, además no contiene residuo en su interior.

Figura 7. Celda de residuos biocontaminados (I)

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 8. Celda de residuos biocontaminados (I)

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

a) Generación de residuos sólido municipales

Los estudios de caracterización desarrollados para elaborar el proyecto de inversión pública "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha – Ica", ha permitido determinar la generación per cápita (GPC) para este ámbito de estudio, siendo la generación per cápita promedio de residuos sólidos municipales 0.717 kg./hab./día, para el 2015.

De acuerdo a los estudios de proyección de generación de residuos, para el año 2015 (191,849 hab.), la generación total estimada de residuos sólidos domiciliarios es de 100.81 Ton/día, mientras que la generación de residuos sólidos no domiciliarios es de 36.79 Ton/día, lo que hace un total de residuos sólidos municipales de 137.6 Ton/ día, representando los residuos sólidos domiciliarios el 73.2 % del total de residuos generados.

Los datos de proyección de generación de residuos sólidos reportados en el documento de Estudio de Preinversión "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha – Ica" con código SNIP 149867 indican un incremento anual medio de generación de RSM del 2.6%.

Tabla 4. Proyección de generación de RSM

	Año	Población Total Hab	GPC domiciliaria Kg/Hab/Día	RSD T/Día	RSND T /Día	RSM T /Día	GPC municipal Kg/Hab/Día	RSM T/Año
0	2014	188,314	0.520	97.97	36.13	134.1	0.712	48,943
1	2015	191,849	0.525	100.81	36.79	137.6	0.717	50,232
2	2016	195,423	0.531	103.71	37.49	141.2	0.722	51,537
3	2017	199,038	0.536	106.69	38.21	144.9	0.728	52,876
4	2018	202,693	0.541	109.73	38.87	148.6	0.733	54,251
5	2019	206,390	0.547	112.85	39.55	152.4	0.739	55,641
6	2020	210,129	0.552	116.04	40.36	156.4	0.744	57,074
7	2021	213,911	0.558	119.31	41.09	160.4	0.750	58,533
8	2022	217,737	0.563	122.66	41.74	164.4	0.755	60,025
9	2023	221,608	0.569	126.09	42.51	168.6	0.761	61,541
10	2024	225.524	0.575	129.60	43.30	172.9	0.766	63,101
						Media		55,796

Fuente: Estudio de Preinversión "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha - Ica.

b) Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

En la Tabla 5 se presenta la información desglosada de la composición de los residuos sólidos domiciliarios para la zona de estudio en caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Chincha.

Tabla 5. Composición de los residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo solido	%
Papel	0.58
Cartón	0.68
Vidrio	0.89
Metales Ferrosos	1.40
Aluminio	0.15
Plástico PET	2.12
PEAD (Plástico duro)	2.14
Materia Orgánica	58.62
Residuos inertes	26.29
Telas, Textiles	0.76

Tipo de residuo solido	%
Residuos Servicios Higiénicos	1.33
Caucho, cuero y jebe	0.76
Madera, follaje	0.67
Restos de medicinas, focos, etc.	0.25
Pilas y baterías	0.24
Tecnopor y similares	0.14
Bolsas	2.16
Otros (Ceniza, Porcelana)	0.82

Fuente: PIGARS CHINCHA. Municipalidad Provincial de Chincha. ECRS 2012.

c) Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

En la Tabla 6 se presenta la información desglosada de la composición de los residuos sólidos no domiciliarios en la Ciudad de Chincha Alta.

Tabla 6. Composición de los residuos sólidos no domiciliarios

Tipo de residuo solido	%
Residuos compostificables	12.83
Papel	0.98
Cartón	5.41
Vidrio	0.73
Plástico	2.11
Tetra pack	0.11
Metales	0.50
Residuos no aprovechables	4.59
Otros no caracterizados	72.73

Fuente: Equipo de Formulación, 2015. Adaptado Estudio Complementario de Caracterización de Residuos Sólidos de la ciudad de Chincha Alta. 2010.

d) Composición física de los residuos sólidos municipales (domiciliarios + no domiciliarios)

El objetivo último de la caracterización de los residuos es llevar a cabo una estimación de la generación de biogás en el botadero. Se acordó que el modelo a utilizar para la estimación, es el indicado por el IPPC - Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas. Para la estimación de la

generación se tomó en cuenta los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, agrupados en residuos sólidos municipales.

Tabla 7. Generación de Residuos Sólidos Municipales según tipología IPCC

	Residuos Sólidos Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos No Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos Municipales (t/día)
Papel; cartón etc	1.27	2.35	3.62
Textil	0.77	-	0.77
Madera y productos de la madera	0.47	1.18	1.66
Residuos de jardín etc	0.20	0.51	0.71
Restos de comida, cocina, etc	59.07	4.73	63.80
Cristal, plástico, goma,cerámica etc	38.99	28.09	67.07
Total	100.76	36.86	137.62

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En función de los datos de la tabla anterior, se obtienen las proporciones en el botadero según tipología de residuo.

Tabla 8. Composición de los Residuos Sólidos Municipales

	Residuos Sólidos Municipales (%)
Papel; cartón etc	2.6%
Textil	0.6%
Madera y productos de la madera	1.2%
Residuos de jardín etc	0.5%
Restos de comida, cocina, etc	46.4%
Cristal, plástico, goma, cerámica etc	48.7%
Total	100%

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

e) Humedad de los residuos municipales

En el documento "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, Provincia de Chincha, Región Ica (Gerencia Municipal y Sub Gerencia de Desarrollo y Medio Ambiente de la Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo 2012)" se recogen los resultados del estudio de contenido de humedad de los residuos. A partir del análisis realizado en el laboratorio de la

Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Agraria la Molina a partir de 08 (ocho) muestras, se obtiene un porcentaje de humedad equivalente de los residuos domiciliario del 80.97 %.

No se hace referencia a la humedad de los residuos no domiciliarios, por lo que se ha tomado un valor de referencia del 58 %, similar al empleado en otros proyectos similares[6]. A efectos de diseño, se emplea una humedad de los Residuos Sólidos Municipales del 61%, teniendo en consideración que los residuos sólidos domiciliarios representan aproximadamente el 75 % del total de los residuos y los no domiciliarios el 25 %.

f) Densidad de los residuos municipales

De acuerdo con los resultados de los distintos estudios de caracterización de los residuos, se han reportado los siguientes resultados de densidad de los residuos, según su origen

- Densidad Residuos Sólidos Domiciliarios originados en Asentamiento Humanos: 200.08 kg/m^3
- Densidad Residuos Sólidos Domiciliarios en Centros Poblados: 238.45 kg/m^3
- Densidad Residuos Sólidos Domiciliarios en Urbanizaciones: 223.46 kg/m^3

Sin embargo estos valores no tiene en cuenta las densidad combinada de residuos domiciliarios + no domiciliarios. Las densidades que presentan los residuos dispuestos en el botadero pueden variar mucho de unas muestras a otras debido a compactación durante el transporte, nivel de humedad la variación de la densidad en el tiempo. A nivel internacional existen ratios de algunas densidades promedio para residuos sólidos, la densidad se altera a medida que se avanzan las etapas de su manejo como se muestra en el cuadro a continuación:

Tabla 9. Densidades Promedio de Residuos Sólidos a nivel Internacional

Etapa	Densidad (kg/m3)
Residuos Sólidos sueltos en recipientes	200
Residuos Sólidos compactados en camiones compactadores	500
Residuos Sólidos sueltos descargados en los rellenos	400
Residuos Sólidos recién rellenados	600
Residuos Sólidos estabilizados en los rellenos (2 años después del rellenamiento)	900

Fuente: Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, Dr. Kunitoshi Sakurai, CEPIS/OPS-OMS

En el presente documento, la densidad asumida para los residuos dispuestos en el botadero es de 600 kg/m^3 para residuos dispuesto con antigüedad igual o mayor a dos años (donde la columna de residuo

[6] Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos No domiciliario y Mercado. Municipalidad distrital de Chancay (2014)"

es menor a 5 metros y no ha existido ningún tipo de compactación), y 400kg/m^3 para residuos sueltos descargados en el botadero.

Se ha tomado una densidad de 600 kg/m^3 y no de 900 kg/m^3 para los residuos sólidos estabilizados con una antigüedad mayor a 2 años porque la columna de residuo es pequeña (< 10 metros), por lo que el grado de compactación una vez estabilizados será menor que el sugerido en la tabla anterior.

g) Características mecánicas de los residuos

Los estudios de características mecánicas de los residuos no son comunes en la literatura disponible, y son aún más escasos para los casos de sitios de disposición final a nivel latino americano. Por todo ello, los parámetros mecánicos utilizados para la caracterización de los residuos han sido obtenidos a partir de la investigación desarrollada en el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá Colombia en el año 1998-1999. En dicho estudio se midieron directamente los parámetros de resistencia del relleno para falla drenada a partir de ensayos triaxiales de gran formato con medición de presión de poros y corte directo CD de diámetro 1.20m. Estas condiciones hacen que los parámetros sean altamente confiables pues no provienen de correlaciones sino de ensayos reales sobre residuos sólidos municipales.

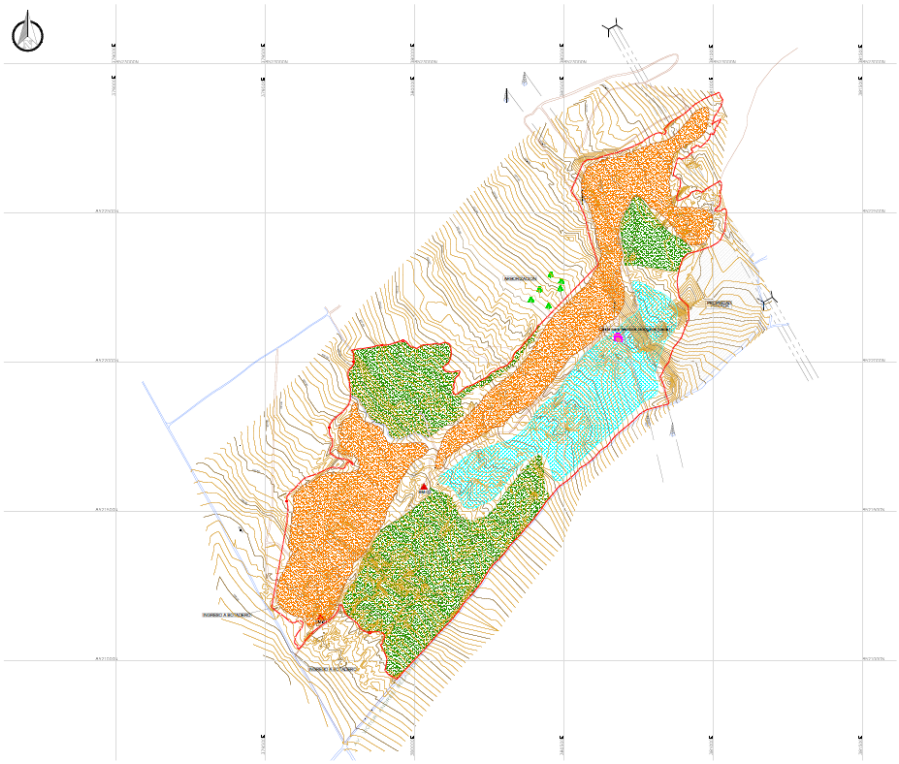
Adicionalmente, los valores obtenidos han sido comparados con los valores típicos reportados en la bibliografía especializada y en otros proyectos desarrollados por el consultor, aportando mayor fiabilidad a los datos empleados[7].

7.3.2 Geometría del botadero. Volumen de residuos

La geometría del botadero ha sido evaluada a partir del levantamiento topográfico llevado a cabo en el botadero durante el mes de enero de 2015.

[7] Geotechnical Characterization, Field Measurement and Laboratory Testing of Municipal Solid Waste. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics. ASCE 2008.

Figura 9. Levantamiento topográfico botadero Pampa Chanchería



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Pampa Chanchería (Chincha). 2015

De acuerdo a los estudios de proyección de generación de residuos, para el año 2015 (191,849 hab.), la generación de residuos sólidos municipales será de 137.6 Ton/ día, y un total de 50,232Tn/año, siendo el incremento anual medio del 2.6 %, de acuerdo al estudio de proyección de generación de residuos sólido municipales elaborado en el expediente técnico del nuevo relleno (ver tabla en sección c.1.1).

A efectos de cálculo de generación no se ha tenido en cuenta el "% de cobertura de recolección", de manera que tanto las estimaciones de generación de residuos como de generación de lixiviado y biogás se han llevado a cabo suponiendo el escenario más desfavorable posible.

Tabla 10. Proyección de la generación

Año	Generación (Tn/año)	Incremento anual
2014	48,943	
2015	50,232	2.64%
2016	51,537	2.60%

Año	Generación (Tn/año)	Incremento anual
2017	52,876	2.60%
2018	54,251	2.60%
2019	55,641	2.56%
2020	57,074	2.58%
2021	58,533	2.56%
2022	60,025	2.55%
2023	61,541	2.53%
2024	63,101	2.53%
Media		2.6%

Fuente: Adaptado del Estudio de Preinversión "Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chincha Alta, y Ampliación del servicio de disposición final de residuos sólidos de las ciudades de Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Alto Larán, Sunampe, Chincha Baja y Tambo de Mora de la provincia de Chincha – Ica

En la siguiente tabla se emplea este mismo incremento anual para determinar los volúmenes de residuos para los años anteriores al 2015 hasta el año 1960, que fue el año que el botadero inicio sus operaciones, para estimar tonelaje de disposición anual. La densidad evoluciona a medida que los residuos se estabilizan, además de otros factores como la compactación.

La densidad asumida para los residuos dispuestos en el botadero es de 600 kg/m^3 para residuos dispuesto con antigüedad igual o mayor a dos años (donde la columna de residuo es menor a 10 m y no ha existido ningún tipo de compactación), y 400kg/m^3 para residuos sueltos descargados en el botadero.

Tabla 11. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería"

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
1960	0.6	20,698
1961	0.6	21,231
1962	0.6	21,777
1963	0.6	22,338
1964	0.6	22,912
1965	0.6	23,502
1966	0.6	24,107
1967	0.6	24,727
1968	0.6	25,364
1969	0.6	26,016
1970	0.6	26,686

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
1971	0.6	27,372
1972	0.6	28,077
1973	0.6	28,799
1974	0.6	29,540
1975	0.6	30,301
1976	0.6	31,080
1977	0.6	31,880
1978	0.6	32,701
1979	0.6	33,542
1980	0.6	34,405
1981	0.6	35,291
1982	0.6	36,199
1983	0.6	37,130
1984	0.6	38,086
1985	0.6	39,066
1986	0.6	40,071
1987	0.6	41,102
1988	0.6	42,160
1989	0.6	43,245
1990	0.6	44,358
1991	0.6	45,499
1992	0.6	46,670
1993	0.6	47,871
1994	0.6	49,103
1995	0.6	50,367
1996	0.6	51,663
1997	0.6	52,992
1998	0.6	54,356
1999	0.6	55,755
2000	0.6	57,189
2001	0.6	58,661
2002	0.6	60,171
2003	0.6	61,719
2004	0.6	63,307
2005	0.6	64,936

Año	Densidad	Volumen (m3/año)
2006	0.6	66,607
2007	0.6	68,321
2008	0.6	70,080
2009	0.6	71,883
2010	0.6	73,733
2011	0.6	75,630
2012	0.6	77,576
2013	0.4	119,359
2014	0.4	122,431
2015	-	-
Total		2,529,644

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En las visitas llevadas a cabo por el equipo consultor se detectó que de forma habitual los residuos en el botadero son quemados, lo cual reduciría notablemente los volúmenes de residuos presentes en el botadero. Igualmente, a partir de las visitas, se estima que la altura media de los residuos en el conjunto del botadero es de aproximadamente 3.5 metros. Teniendo en consideración la extensión total del botadero, de 1,054,760.92 m2, el volumen acumulado de residuos desde la apertura del botadero se estimaría en 3,691,663.22 m3. Por lo tanto, podemos concluir que un 30 % aproximadamente de los residuos han sido incinerados durante los años de operación del botadero.

Para evaluar la magnitud de degradación del medio es necesario tener en cuenta las condiciones particulares del área degradada desde el momento del inicio de la acción degradante (apertura del botadero) hasta la ejecución de los trabajos de recuperación ambiental del área degradada (clausura del botadero y remediación ambiental).

Para ello, además de evaluar la cantidad de residuo actualmente dispuesto en el botadero, es necesario estimar el volumen de residuo que será depositado desde la fecha actual (del levantamiento topográfico - Enero 2015) hasta el final de las obras de ejecución del nuevo relleno sanitario (13 de Febrero de 2017[8]) y por lo tanto deje de depositarse residuo en el botadero. Adicionalmente, por recomendación del MINAM, se ha tenido en cuenta un margen de 9 meses adicionales que garanticen la disposición de los residuos en caso de retrasos en la ejecución y el inicio de operación del nuevo relleno sanitario. Con todo ello, el diseño de las obras de clausura se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la disposición de residuos sólido municipales en el botadero Pampa Chanchería hasta

[8] Información suministrada por la Unidad Ejecutora (I)

Noviembre de 2017. La tabla a continuación muestra el volumen de residuos esperado en el botadero a fecha de final de operación del botadero incluyendo posibles retrasos (Diciembre de 2017).

La tabla a continuación muestra el volumen final de los residuos en el botadero en el momento de la clausura, teniendo en cuenta la corrección del 30% por quemas incontroladas para el periodo 1960-2014.

Tabla 12. Volumen de residuos en el botadero "Pampa Chanchería" (Diciembre 2017)

Año	Generación (Tn/año)	Volumen (m3/año)
1960	12,419	14,488.79
1961	12,739	14,861.64
1962	13,066	15,244.08
1963	13,403	15,636.36
1964	13,747	16,038.74
1965	14,101	16,451.47
1966	14,464	16,874.83
1967	14,836	17,309.07
1968	15,218	17,754.50
1969	15,610	18,211.38
1970	16,011	18,680.02
1971	16,423	19,160.73
1972	16,846	19,653.80
1973	17,280	20,159.56
1974	17,724	20,678.34
1975	18,180	21,210.46
1976	18,648	21,756.28
1977	19,128	22,316.14
1978	19,620	22,890.42
1979	20,125	23,479.47
1980	20,643	24,083.68
1981	21,174	24,703.43
1982	21,719	25,339.14
1983	22,278	25,991.20
1984	22,851	26,660.05
1985	23,440	27,346.10
1986	24,043	28,049.81

Año	Generación (Tn/año)	Volumen (m3/año)
1987	24,661	28,771.63
1988	25,296	29,512.03
1989	25,947	30,271.47
1990	26,615	31,050.46
1991	27,300	31,849.50
1992	28,002	32,669.10
1993	28,723	33,509.79
1994	29,462	34,372.11
1995	30,220	35,256.62
1996	30,998	36,163.90
1997	31,795	37,094.52
1998	32,614	38,049.09
1999	33,453	39,028.23
2000	34,314	40,032.56
2001	35,197	41,062.74
2002	36,102	42,119.43
2003	37,031	43,203.31
2004	37,984	44,315.08
2005	38,962	45,455.46
2006	39,964	46,625.19
2007	40,993	47,825.01
2008	42,048	49,055.72
2009	43,130	50,318.09
2010	44,240	51,612.95
2011	45,378	52,941.13
2012	46,546	54,303.49
2013	47,744	55,700.91
2014	48,972	57,134.29
2015	50,232	83,720.79
2016	51,537	85,894.20
2017	48,469.98	80,783.30
Total	1,619,668	1,964,732

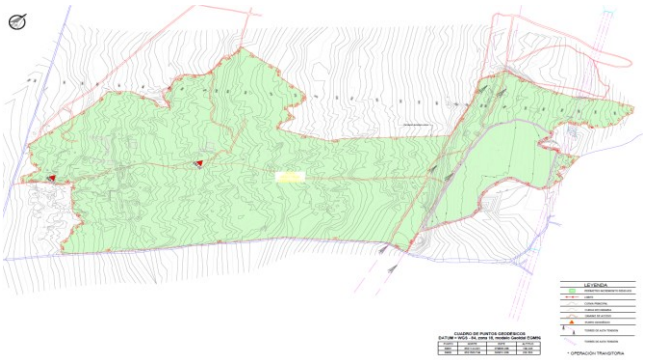
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Para determinar la densidad de los residuos se ha tenido en consideración que la municipalidad cuenta con los medios mínimos en cuanto a maquinaria para la operación del nuevo relleno sanitario. Ello permitirá a los operarios mejorar las condiciones de compactación de los residuos municipales depositados hasta una densidad de 600 kg/m^3 (Densidad de “Residuos Sólidos Recién Rellenados”). De acuerdo a la información suministrada por la unidad ejecutora (UE03), se espera que los proyectos de recuperación de áreas degradadas que atañen al presente documento comenzarán a ejecutarse a partir del año 2019. En ese momento, puesto que la columna de residuo no supera los 10 metros, a efecto de diseño se estima que la densidad del residuo se ha mantenido constante.

El diseño de las obras de clausura reportados en este documento ha tenido en cuenta la posible disposición de residuos en el botadero desde Enero de 2015 hasta Diciembre de 2017 (250,398 m^3). El incremento de volumen mínimo de diseño es de 274,454 m^3, suficiente para dar cabida a la generación de residuo esperada, e incluyendo además un 10% extra en volumen para cubriciones parciales o pequeños diques que sean necesarios para el recrecido de la masa de residuos.

Debido al volumen de disposición de residuos proyectado para los años 2015, 2016 y 2017, el presente proyecto ha requerido la elaboración de una propuesta de disposición de los residuos. Dicha propuesta comprende la extensión del perímetro ocupado por el botadero, tal y como se observa en la imagen a continuación.

Figura 10. Morfología del botadero al final de la vida útil



Fuente: Equipo de Formulación. 2015

En el anexo 10 Planos, se muestra en detalla la zona propuesta para la disposición de los residuos hasta el final de la vida útil del botadero. La zona ocupada por dicha trinchera se muestra en la imagen a continuación.

Figura 11. Zona ocupada por la nueva trinchera propuesta

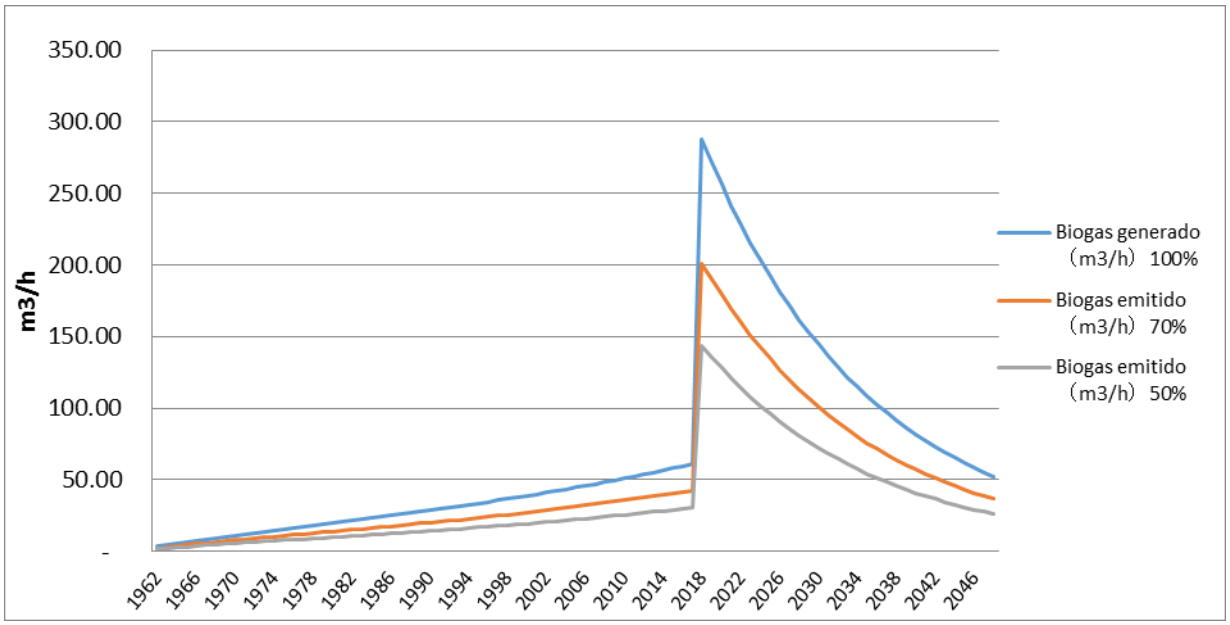
Fuente: Equipo de Formulación. 2015

7.4 Resultados

A continuación se exponen los resultados de generación de biogás (50%CH_4) y emisión para el botadero Pampa Chanchería para un horizonte de 0 años a partir de 2019. Los resultados se presentan para tres escenarios distintos de generación - emisión, asumiendo como los resultados más realistas los correspondientes al ratio generación/emisión de biogás 50%.

La literatura disponible en cuanto al ratio generación/emisión de biogás en sistemas de venteo pasivo es muy limitada, y depende de numerosos factores, tales como las condiciones de manejo del botadero, tipología de residuos, coberturas parciales, tiempo de exposición de los residuo etc, la mayoría de las cuales son difícil es de estimar.

Figura 12. Generación Potencial – Emisión de Biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tabla 13. Generación Potencial - Emisión de Biogás

Año	Biogas generado (m³/h) 100%	Biogas emitido (m³/h) 70%	Biogas emitido (m³/h) 50%
1960	1.162	0.814	0.581
1961	2.289	1.602	1.144
1962	3.382	2.367	1.691
1963	4.444	3.111	2.222
1964	5.479	3.835	2.739
1965	6.488	4.542	3.244
1966	7.474	5.232	3.737
1967	8.439	5.907	4.219
1968	9.385	6.569	4.692
1969	10.314	7.220	5.157
1970	11.228	7.860	5.614
1971	12.129	8.490	6.065
1972	13.019	9.113	6.509

Año	Biogas generado (m^3/h) 100%	Biogas emitido (m^3/h) 70%	Biogas emitido (m^3/h) 50%
1973	13.899	9.729	6.949
1974	14.771	10.340	7.386
1975	15.637	10.946	7.818
1976	16.497	11.548	8.249
1977	17.354	12.148	8.677
1978	18.209	12.746	9.104
1979	19.063	13.344	9.531
1980	19.917	13.942	9.959
1981	20.773	14.541	10.387
1982	21.632	15.142	10.816
1983	22.495	15.746	11.247
1984	23.363	16.354	11.681
1985	24.237	16.966	12.118
1986	25.118	17.583	12.559
1987	26.008	18.206	13.004
1988	26.907	18.835	13.454
1989	27.817	19.472	13.909
1990	28.738	20.117	14.369
1991	29.671	20.770	14.836
1992	30.618	21.433	15.309
1993	31.579	22.105	15.790
1994	32.555	22.789	16.278
1995	33.547	23.483	16.774
1996	34.557	24.190	17.278
1997	35.584	24.909	17.792
1998	36.630	25.641	18.315
1999	37.696	26.387	18.848
2000	38.783	27.148	19.392
2001	39.891	27.924	19.946
2002	41.022	28.716	20.511

Año	Biogas generado (m^3/h) 100%	Biogas emitido (m^3/h) 70%	Biogas emitido (m^3/h) 50%
2003	42.176	29.524	21.088
2004	43.355	30.349	21.678
2005	44.559	31.191	22.280
2006	45.789	32.052	22.895
2007	47.047	32.933	23.523
2008	48.332	33.832	24.166
2009	49.647	34.753	24.823
2010	50.991	35.694	25.496
2011	52.367	36.657	26.183
2012	53.774	37.642	26.887
2013	55.215	38.650	27.607
2014	56.690	39.683	28.345
2015	58.199	40.740	29.100
2016	59.747	41.823	29.873
2017	60.920	42.644	30.460
2018	287.450	201.215	143.725
2019	271.281	189.897	135.641
2020	256.035	179.225	128.018
2021	241.659	169.161	120.830
2022	228.103	159.672	114.051
2023	215.320	150.724	107.660
2024	203.264	142.285	101.632
2025	191.896	134.327	95.948
2026	181.174	126.822	90.587
2027	171.063	119.744	85.531
2028	161.526	113.068	80.763
2029	152.531	106.772	76.266
2030	144.047	100.833	72.023
2031	136.044	95.231	68.022
2032	128.496	89.947	64.248

Año	Biogas generado (m^3/h) 100%	Biogas emitido (m^3/h) 70%	Biogas emitido (m^3/h) 50%
2033	121.375	84.963	60.688
2034	114.658	80.261	57.329
2035	108.321	75.825	54.160
2036	102.342	71.640	51.171
2037	96.702	67.691	48.351
2038	91.380	63.966	45.690
2039	86.359	60.451	43.179
2040	81.620	57.134	40.810
2041	77.149	54.005	38.575
2042	72.930	51.051	36.465
2043	68.948	48.264	34.474
2044	65.191	45.633	32.595
2045	61.644	43.151	30.822
2046	58.296	40.807	29.148
2047	55.136	38.595	27.568
2048	52.153	36.507	26.077

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.5 Diseño del sistema de manejo de biogás

Los resultados del modelado de generación de biogás reportan valores muy pequeños de generación de biogás, lo cual no hace necesario la construcción de ningún sistema de captación de éste. Igualmente, esta opción está respaldada por las condiciones de operación del botadero, donde la mayor parte de la degradación de la materia orgánica se produce de forma aeróbica. De acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 199), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4. Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años.

8 GESTIÓN DE LIXIVIADOS

8.1 Introducción

El lixiviado de un botadero se puede definir, en términos generales, como el líquido producido a partir de la descomposición de los residuos y la infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo. La generación de lixiviados se produce cuando la humedad penetra en la masa de residuo, disuelve los contaminantes en fase líquida y se alcanza un contenido de humedad suficiente para iniciar el flujo de líquido. Este lixiviado es un agua residual de alta resistencia que tiene un importante impacto e influencia en el diseño de vertederos y su funcionamiento, presentando altas concentraciones de amoníaco y orgánicos contaminantes (medidos en términos de demanda química de oxígeno DQO y DBO demanda bioquímica de oxígeno), hidrocarburos halogenados y metales pesados. Además, los lixiviados generalmente contienen altas concentraciones de sales inorgánicas (principalmente cloruro de sodio, carbonato y sulfato) y depende de la composición de los residuos vertidos.

La cantidad de lixiviado generado en un botadero depende de varios factores, tales como las variaciones en el clima, la hidrogeología y composición de los residuos (Keenan et al., 1984).

Uno de los principales problemas ambientales en los botaderos son la infiltración de lixiviados y su posterior contaminación de la tierra circundante y acuíferos. Las mejoras en la ingeniería de vertederos están dirigidas a reducir la producción de lixiviados, la recogida y el tratamiento antes de la descarga (Farquhar, 1989).

8.2 Composición de los lixiviados

Cuando el agua pluvial entra en contacto con los residuos favorece ciertas reacciones químicas y bioquímicas. Durante estos procesos se disuelven diversos componentes de los elementos químicos de los residuos. Además en el agua se disuelven los gases desprendidos como producto de la degradación de los residuos municipales (CH_4, CO_2, NH , …).

Es una particularidad de este líquido lixiviado contener un alto porcentaje de materia disuelta y/o en suspensión y por consiguiente sus características principales son:

- DBO5 (Demanda Biológica de Oxigeno) Alta
- DQO (Demanda Química de Oxigeno) Alta
- COT (Carbono Orgánico Total) Alto
- Iones metálicos disueltos
- Color oscuro
- Olor
- Turbiedad
- pH < 7 (ligeramente ácido)

La composición del lixiviado, y la naturaleza del material dispuesto en las celdas influirán en el tratamiento del mismo. Los líquidos percolados provenientes de sectores del módulo recientemente terminados (menos de 24 meses) tendrán, en general, un buen grado de biodegradabilidad. A medida que el líquido en el interior del botadero comienza a madurar, los compuestos orgánicos de fácil asimilación por los microorganismos presentes ya han sido consumidos y aumenta la proporción del material de difícil degradación y de ácidos húmicos.

Como ya hemos dicho, la composición del lixiviado es variable y depende también de otros muchos aspectos, uno de los cuales es la tipología de los residuos. En las tablas siguientes podemos establecer márgenes de la composición estándar de los diferentes componentes de un lixiviado de botadero.

Tabla 14. Caracterización del lixiviado de botadero

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Sólidos Disueltos Totales	584 – 55,000
Sólidos Suspendidos Totales	2 – 140,900
Conductancia específica	480 – 72,500 mh/cm
DBO5	6.6 – 99,000
DQO	10 – 195,000
Carbono Orgánico Total	ND – 40,000
PH	3.7 - 8.9
Alcalinidad Total	ND - 15.050
Dureza	0.1 – 225,000
Cloruros	2 - 11.375
Calcio	3 - 2.5
Sodio	12 - 6.01
Nitrógeno Total	2 - 3.32
Hierro	ND – 40,000
Potasio	ND - 3.2
Magnesio	4 - 780
Nitrógeno Amoniacal	ND - 1.2
Sulfatos	ND - 1.85
Aluminio	ND - 85
Zinc	ND - 731
Manganeso	ND - 400
Fósforo Total	ND - 234
Boro	0.87 - 13
Bario	ND - 12.5

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Níquel	ND - 7.5
Nitrógeno de Nitratos	ND - 250
Plomo	ND - 14.2
Cromo	ND - 5.6
Antimonio	ND - 3.19
Cobre	ND - 9
Talio	ND - 0.78
Cianuro	ND - 6
Arsénico	ND - 70.2
Molibdeno	0.01 - 1.43
Estaño	ND - 0.16
Nitrógeno de Nitritos	ND - 1.46
Selenio	ND - 1.85
Cadmio	ND - 0.4
Plata	ND - 1.96
Berilio	ND - 0.36
Mercurio	ND - 3
Turbiedad	40 - 500 UTJ

Fuente: Design, construction & monitoring of sanitary landfill. A. Bagchi. Willey Interscience. USA 1990

Debe resaltarse que la composición química del lixiviado tiene una variación importante con el tiempo, y depende de la etapa en que se encuentre la descomposición de los residuos. En la primera fase de la degradación biológica, el pH tendrá valores bajos, y la DQO, la DBO5, sólidos suspendidos y concentración de metales pesados tendrán valores altos. Después de un tiempo de maduración, este mismo líquido presentará un valor de pH entre 6 y 8 (casi neutro) y valores de concentración de DQO, DBO5 y materiales nutrientes mucho más bajos.

Tabla 15. Comparación de algunas características típicas de los lixiviados.

Característica	Lixiviado joven	Lixiviado viejo
DBO	14,950 mg/L	5,000 mg/L
DQO	22,650 mg/L	8,180 mg/L
Metales pesados	Muy altos	Bajos

Fuente: Giraldo E., "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997

8.3 Metodología generación de lixiviados

En las condiciones actuales del botadero "Pampa Chanchería", el cuál carece de drenajes, piezómetros o puntos de recogida, y donde parte de los residuos han sido cubiertos con tierras de propiedades hidráulicas heterogéneas, no es posible medir la cantidad real de lixiviado generado.

La metodología se corresponde a la metodología propuesta por Tchobanoglous (1993). Tchobanoglous propone estimar la producción de lixiviados a partir de un balance hídrico de un volumen de control (área unitaria x altura del relleno) del botadero. El balance se basa en la siguiente expresión:

$$Entrada\ de\ agua\ =\ Salidas\ de\ Agua\ +\ Agua\ almacenada$$

$$Pa\ +\ Pr\ =\ Gw\ +\ Gv\ +\ CC\ +\ Lv\ (exceso\ de\ agua)$$

Donde:

- Pa: Agua presente en el interior de los residuos, Pa (inicialmente corresponde al contenido de humedad de los residuos dispuestos, Kg/m^2.
- Pr: Percolación de agua lluvia hacia el interior de la masa de residuos, Kg/m^2.
- Gw: Agua consumida en la generación de gas, Kg/m^2.
- Gv: Agua perdida como vapor de agua en el gas, Kg/m^2.
- CC: Capacidad de retención de agua del relleno (Capacidad de campo), Kg/m^2.
- Lv: Exceso de agua o producción de lixiviados, Kg/m^2.

La cantidad de agua que se infiltra al interior del botadero (Pr) se estima de acuerdo a la ecuación:

$$Pr\ =\ P - R - ETP$$

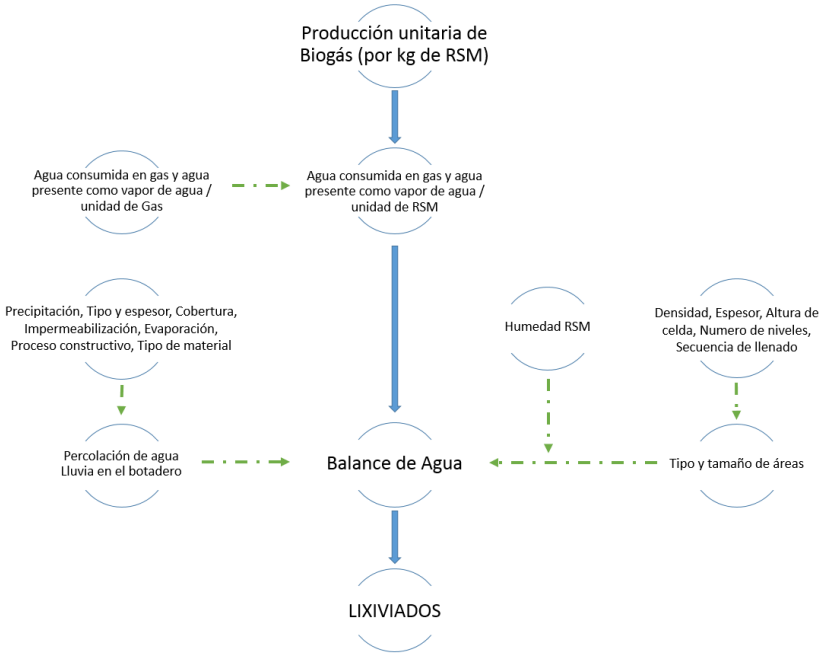
Donde:

- P: Precipitación atmosférica por unidad de área, mm/m^2. A efectos de cálculo se tomaron los valores medios anuales, de la estación de Huacho.
- R: Cantidad de agua que se pierde por escorrentía superficial, por unidad de área, mm/m^2.
- ETP: Cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración por unidad de área, mm/m^2.
- Pr: Cantidad de agua que se infiltra a través del materia de cobertura y entra hasta los residuos sólidos, por unidad de área, mm/m^2.

La cantidad de agua que se puede almacenar en el material tanto de cobertura como residuos depende de su capacidad de campo (CC = máxima cantidad de agua que el suelo puede retener en contra de la gravedad) y del porcentaje de marchitez permanente (PMP). La diferencia entre la CC y la PMP cantidad de agua que puede almacenarse en el suelo.

En la siguiente figura se presenta de forma esquemática la metodología de Tchobanoglous para estimar la producción de lixiviados.

Figura 13. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En el cálculo de la generación actual de lixiviados también se ha tenido en cuenta el lixiviado generado a partir de la humedad contenida en los residuos en el momento en que estos son depositados en el botadero.

$$\%\ Líquido\ lixiviado\ en\ relación\ con\ los\ residuos\ sólidos\ recibidos\ en\ el\ relleno$$
$$= Contenido\ de\ humedad\ de\ los\ residuos\ sólidos\ (\%)$$
$$- Humedad\ retenida\ por\ la\ acción\ de\ la\ capacidad\ de\ campo\ de\ los\ residuos\ sólidos\ confinados\ (\%)$$

El lixiviado generado por la humedad de los residuos no se ha tenido en cuenta en el estudio de generación de lixiviados en la alternativa única puesto que dicho volumen de lixiviado solo tiene influencia en las fechas posteriores a su disposición en el terreno (debido a la alta conductividad hidráulica de la basura), por lo que en el momento de ejecutar la clausura, el lixiviado generado a partir de este supuesto habrá drenado completamente.

8.4 Resultados Generación actual

La tabla a continuación muestra los resultados de generación de lixiviados desde Enero de 2015 hasta el momento en el que se ejecutan los trabajos de recuperación del área degradada (Enero de 2018).

Tabla 16. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2018)

		Generación de lixiviados												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2015	Pr (m3/mes)	1,054.8	2,109.5	-	-	105.5	-	211.0	-	-	-	-	-	3,480.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	1,615.8	19,389.7
	GW (m3/mes)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	15.1
	GV (m3/mes)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.46
	Total (m3/mes)	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	1,614.5	19,374.2
	Total (m3/día)	52.08	57.66	52.08	53.82	52.08	53.82	52.08	52.08	53.82	52.08	53.82	52.08	53.08
2016	Pr (m3/mes)	1,054.8	2,109.5	-	-	105.5	-	211.0	-	-	-	-	-	3,480.7
	Inf (m3/mes))	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuos (m3/mes)	1,657.76	1,657.76	1,657.76	1,657.76	1,657.76	1,657.7	1,657.7	1,657.7	1,657.7	1,657.7	1,657.7	1,657.7	19,893.1
	GW (m3/mes)	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	14.3
	GV (m3/mes)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.4
	Total (m3/mes)	1,656.53	1,656.53	1,656.53	1,656.53	1,656.53	1,656.5	1,656.5	1,656.5	1,656.5	1,656.5	1,656.5	1,656.5	19,878.34
	Total (m3/día)	53.44	59.16	53.44	55.22	53.44	55.22	53.44	53.44	55.22	53.44	55.22	53.44	54.46
2017	Pr (m3/mes)	1,054.8	2,109.5	-	-	105.5	-	211.0	-	-	-	-	-	3,480.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	2,171,455.09	2,171,455.09	2,171,455.09	2,171,455.09	2,171,455.09	-	-	-	-	-	-	-	10,857,275.4
	GW (m3/mes)	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	13.6
	GV (m3/mes)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.4
	Total (m3/mes)	2,171,453.93	2,171,453.93	2,171,453.93	2,171,453.93	2,171,453.93	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	10,857,261.48
	Total (m3/día)	70,046.90	77,551.93	70,046.90	72,381.80	70,046.90	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	29,745.92

2018	Pr (m3/mes)	1,054.8	2,109.5	-	-	105.5	-	211.0	-	-	-	-	-	3,480.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GW (m3/mes)	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	64.2
	GV (m3/mes)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	1.9
	Total (m3/mes)	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-5.51	-66.15
	Total (m3/día)	-0.18	-0.20	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. El lixiviado generado proviene principalmente de la propia humedad del residuo una vez dispuesto en el terreno.

Con el objetivo de obtener unos resultados lo más conservadores y ajustados a la realidad, se ha supuesto que la humedad libre del residuo no está afectada por la evapotranspiración..

La tasa de percolación de lixiviados en el fondo del vaso se puede estimar aplicando la ley de Darcy.

$$Percolación\ de\ lixiviados\ \left(\frac{m^3}{d}\right) = k\ \left(\frac{m^3}{m^2} \cdot s\right) x\ Superficie\ botadero(m^2)$$

Utilizando el valor de permeabilidad del subsuelo correspondiente a la calicata C-CH-01, 6.23 x 10^{-3} cm/s, se obtiene un caudal de percolación máxima de lixiviados en condiciones de saturación de 6.57 x 10^3 m^3/s (567,748,274.8 m^3/d), por lo que es de esperar que todo el lixiviado generado percola hacia el subsuelo.

La generación de lixiviados reportada anteriormente está igualmente sobredimensionado, puesto que no se ha tenido en cuenta la influencia de la evapotranspiración sobre la humedad de los residuos, y dado que el ratio de evapotranspiración es 78/1 frente al de generación de lixiviados (la evapotranspiración es hasta 78 veces superior a la generación de lixiviado), si se produce generación esta será muy pequeña.

8.5 Resultados Alternativa Única

A continuación se muestran los cálculo llevados a cabo para determinar la generación de lixiviado en el botadero según la Alternativa única. A diferencia del cálculo de la infiltración en rellenos sanitarios, en el caso de los botaderos restaurados solo se estudia la generación de lixiviados en la situación final, una vez se ha construido la capa de sellado, puesto que el botadero deja de estar en operación.

8.5.1 Cálculo de la cantidad de agua que se infiltra a través de la capa de sellado

El cálculo de la cantidad de agua que se infiltra se realiza sobre la capa de sellado definitiva, que en el caso del botadero "Pampa Chanchería" está compuesta por una capa de suelo de 90 cm y empradización sobre la superficie del relleno.

<u>Cálculo de la escorrentía superficial, R</u>

La escorrentía superficial corresponde a la fracción del agua lluvia que drena en forma superficial y que no se infiltra en el suelo, los residuos o la cobertura final. Para el cálculo de R se empleó la siguiente expresión:

$$R = Ce\ x\ P$$

Donde:

- R: Escorrentía superficial en mm
- Ce: Coeficiente de escorrentía superficial.
- P: Precipitación pluvial en mm.

Tabla 17. Coeficientes de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce

Uso Suelo / Pendiente	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Final
Bosque			
Plano (0-5% pnte)	0.1	0.3	0.4
Ondulado (6-10% pnte)	0.25	0.35	0.5
Escarpado (11-30% pnte)	0.3	0.5	0.6
Pastizales			
Plano (0-5% pnte)	0.1	0.3	0.4
Ondulado (6-10% pnte)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pnte)	0.22	0.42	0.6
Terrenos Cultivados			
Plano (0-5% pnte)	0.3	0.5	0.6
Ondulado (6-10% pnte)	0.4	0.6	0.7
Escarpado (11-30% pnte)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Tchobanoglous. 1994.

Para la capa de sellado se ha asumido un valor de 0.1, correspondiente a un terreno de pastizal con pendientes entre el 0 y 5% % y textura del suelo gruesa.

Los cálculos de la escorrentía superficial se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Cálculo de Escorrentía superficial

Parámetro	Escorrentía Superficial(R).mm												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Precipitación	1	2	0	0	0.1	0	0.2	0	0	0	0	0	3.3
R(cob.final)	0.10	0.2	0	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0	0.3

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Cálculo de la infiltración, Pr

Para llevar a cabo el cálculo de la infiltración a través de la capa de sellado es necesario conocer las propiedades del materia que la conforma y el espesor. Para el caso de la capa de suelo, se ha utilizado la metodología propuesta por Koerner (2005), la cual se basa en la ley de Darcy.

$$J = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{\Delta H}{l} \cdot A$$

8.5.2 Cálculo de la generación de lixiviados

Como se indicó en apartados anteriores, el cálculo de la generación de lixiviados se basa en el siguiente balance hídrico.

$$Entrada\ de\ agua\ =\ Salidas\ de\ Agua\ +\ Agua\ almacenada$$

$$Pa\ + \mathrm{Pr} =\ Gw\ +\ Gv\ +\ CC\ +\ Lv\ (exceso\ de\ agua)$$

En la tabla siguiente se muestran los resultados del cálculo del consumo de agua requerido para la formación de biogás (Gw) y el agua como vapor presente en el biogás (Gv).

Tabla 19. Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás

Año	Biogas emitido (Nm3/h) 50%	Biogas emitido (Nm3/año) 50%	Consumo de agua Gw(kg/año)(a)	Consumo de agua Gv (kg/año)(b)
2005	22.28	195,168.72	148,133.06	4,488.88
2006	22.89	200,556.85	152,222.65	4,612.81
2007	23.52	206,063.95	156,402.54	4,739.47
2008	24.17	211,694.20	160,675.90	4,868.97
2009	24.82	217,451.78	165,045.90	5,001.39
2010	25.50	223,340.97	169,515.79	5,136.84
2011	26.18	229,366.06	174,088.84	5,275.42
2012	26.89	235,531.41	178,768.34	5,417.22
201	27.61	241,841.47	183,557.68	5,562.35
2014	28.34	248,300.73	188,460.25	5,710.92
2015	29.10	254,913.75	193,479.54	5,863.02
2016	29.87	261,689.86	198,622.60	6,018.87
2017	30.46	266,827.96	202,522.42	6,137.04
2018	143.72	1,259,030.73	955,604.33	28,957.71
2019	135.64	1,188,211.04	901,852.18	27,328.85

Año	Biogas emitido (Nm3/h) 50%	Biogas emitido (Nm3/año) 50%	Consumo de agua Gw(kg/año)(a)	Consumo de agua Gv (kg/año)(b)
2020	128.02	1,121,433.95	851,168.36	25,792.98
2021	120.83	1,058,466.94	803,376.41	24,344.74
2022	114.05	999,090.96	758,310.04	22,979.09
202	107.66	943,099.56	715,812.57	21,691.29
2024	101.63	890,298.25	675,736.37	20,476.86
2025	95.95	840,503.74	637,942.34	19,331.59
2026	90.59	793,543.34	602,299.39	18,251.50
2027	85.53	749,254.31	568,684.02	17,232.85
2028	80.76	707,483.32	536,979.84	16,272.12
2029	76.27	668,085.86	507,077.17	15,365.97
20 0	72.02	630,925.78	478,872.67	14,511.29
20 1	68.02	595,874.77	452,268.95	13,705.12
20 2	64.25	562,811.92	427,174.25	12,944.67
20	60.69	531,623.28	403,502.07	12,227.34
20 4	57.33	502,201.48	381,170.92	11,550.63
20 5	54.16	474,445.34	360,104.01	10,912.24
20 6	51.17	448,259.49	340,228.95	10,309.97
20 7	48.35	423,554.07	321,477.54	9,741.74
20 8	45.69	400,244.40	303,785.50	9,205.62
20 9	43.18	378,250.65	287,092.24	8,699.76
2040	40.81	357,497.61	271,340.68	8,222.44
2041	38.57	337,914.38	256,477.02	7,772.03
2042	36.47	319,434.16	242,450.52	7,346.99
204	34.47	301,993.96	229,213.42	6,945.86
2044	32.60	285,534.45	216,720.64	6,567.29
2045	30.82	269,999.68	204,929.75	6,209.99
2046	29.15	255,336.93	193,800.73	5,872.75
2047	27.57	241,496.50	183,295.85	5,554.42
2048	26.08	228,431.57	173,379.56	5,253.93

a) Calculado para un consumo unitario de agua = 0.759 Kg. Agua/m^3 gas

b) Calculado para una pérdida de agua como vapor en el gas= 0.02 Kg. Agua/m^3 gas

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2014. Equipo de Formulación, 2015.

Como resultado del balance hídrico propuesto, se ha obtenido la siguiente generación de lixiviados en el botadero "Pampa Chanchería".

Tabla 20. Producción de lixiviados en el botadero

Año	Infiltración (m3/a)	GW(m3/a)	GV(m3/a)	Lxm3 /año	Lxm3 /d
2019	-	901.85	27.33	-929.18	-2.55
2020	-	851.17	25.79	-876.96	-2.40
2021	-	803.38	24.34	-827.72	-2.27
2022	-	758.31	22.98	-781.29	-2.14
2023	-	715.81	21.69	-737.50	-2.02
2024	-	675.74	20.48	-696.21	-1.91
2025	-	637.94	19.33	-657.27	-1.80
2026	-	602.30	18.25	-620.55	-1.70
2027	-	568.68	17.23	-585.92	-1.61
2028	-	536.98	16.27	-553.25	-1.52
2029	-	507.08	15.37	-522.44	-1.43
2030	-	478.87	14.51	-493.38	-1.35
2031	-	452.27	13.71	-465.97	-1.28
2032	-	427.17	12.94	-440.12	-1.21
2033	-	403.50	12.23	-415.73	-1.14
2034	-	381.17	11.55	-392.72	-1.08
2035	-	360.10	10.91	-371.02	-1.02
2036	-	340.23	10.31	-350.54	-0.96
2037	-	321.48	9.74	-331.22	-0.91
2038	-	303.79	9.21	-312.99	-0.86
2039	-	287.09	8.70	-295.79	-0.81
2040	-	271.34	8.22	-279.56	-0.77
2041	-	256.48	7.77	-264.25	-0.72
2042	-	242.45	7.35	-249.80	-0.68
204	-	229.21	6.95	-236.16	-0.65
2044	-	216.72	6.57	-223.29	-0.61
2045	-	204.93	6.21	-211.14	-0.58
2046	-	193.80	5.87	-199.67	-0.55
2047	-	183.30	5.55	-188.85	-0.52
2048	-	173.38	5.25	-178.63	-0.49

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.6 Diseño del sistema de captación de lixiviados

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, una vez construida la capa de sellado no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. El lixiviado generado proviene principalmente de la propia humedad del residuo una vez dispuesto en el terreno, por lo tanto, una vez clausurado el botadero dejará de generarse lixiviado.

Ante la imposibilidad de actuar en la impermeabilización del fondo de la celda, y puesto que no existe movimiento lateral de los lixiviados y que una vez clausurado el botadero no se generará más lixiviado, no se han proyectado medidas para el manejo y gestión de los lixiviados.

9 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

9.1 Descripción de alternativas

9.1.1 Descripción de la capa de clausura

La "Alternativa Única" de recuperación del área degradada incluye la construcción de una capa de cobertura final- sellado, de acuerdo a la configuración descrita a continuación (en sentido ascendente):

- Residuos acumulados desde la operación del botadero.
- Capa de cobertura, a base de suelo de la zona, de 90 cm de espesor.

9.2 Parámetros geotécnicos

Para llevar a cabo el estudio de estabilidad tanto de la masa de residuo como de la capa de sellado es necesario conocer los parámetros geotécnicos de los materiales que intervienen en el sistema.

En relación a los parámetros del suelo y del residuo, es necesario conocer su peso específico natural y sus parámetros resistentes tales como ángulo de rozamiento y cohesión. Los valores de caracterización del suelo de la cobertura adoptados son los siguientes:

9.2.1 Residuos

Los estudios de características mecánicas de los residuos no son comunes en la literatura disponible, y son aún más escasos para los casos de sitios de disposición final a nivel latino americano. Por todo ello, los parámetros mecánicos utilizados para la caracterización de los residuos han sido obtenidos a partir de la investigación desarrollada en el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá Colombia en el año 1998-1999. En dicho estudio se midieron directamente los parámetros de resistencia del relleno para falla drenada a partir de ensayos triaxiales de gran formato con medición de presión de poros y corte directo CD de diámetro 1.20m. Estas condiciones hacen que los parámetros sean altamente confiables pues no provienen de correlaciones sino de ensayos reales sobre residuos sólidos municipales.

Adicionalmente, los valores obtenidos han sido comparados con los valores típicos reportados en la bibliografía especializada y en otros proyectos desarrollados por el consultor, aportando mayor fiabilidad a los datos empleados.

El valor de cohesión empleado es de 12.58 kN/m^2 y ángulo de fricción interna 29.81°. La densidad es de 11.5 Kn/m .

9.2.2 Terreno Natural

Los valores necesarios para determinar las propiedades geotécnicas del terreno natural se han obtenido a partir de los resultados del estudio de suelos. De acuerdo a los resultados de la muestra de referencia seleccionada por el geólogo responsable, obtenidos de la calicata C-CH-01, se tiene un valor de cohesión de 5 Kg/cm2 y ángulo de fricción interna 32°, para llevar a cabo los análisis de capacidad admisible. La densidad empleada es de 20.8 Kn/m ., correspondiente a este tipo de terrenos.

9.2.3 Capa de sellado

1) Ángulo de rozamiento Tierra de Cobertura - Residuo: 1.8°

Tabla 21. valores de ángulo de rozamiento entre capas

Φ °	ARCILLA	ARENA	GRAVA	GEOTEXTIL AGUJADO	GEOTEXTIL TERMOSOLDADO	PEAD RUGOSO	PEAD LISO	GEOCOMPUESTO IMPERMEABILIZANTE	RESIDUOS
ARCILLA	18								
ARENA	22	26							
GRAVA	24	30	35						
GEOTEXTIL AGUJADO	28	28	27	20					
GEOTEXTIL TERMOSOLDADO	23	21	21	20	17				
PEAD RUGOSO	21	24	35	27	21	30			
PEAD LISO	15	18	18	9	8	24	15		
GEOCOMPUESTO IMPERMEABILIZANTE	30	30	28	22	20	30	16	25	
RESIDUOS	30	30	32	25	19	30	12	25	35

Fuente: UNE 104425:2001

2) De acuerdo al diseño de la capa de clausura, el material propuesto se corresponde a material de descapote extraído de los alrededores de la zona del botadero. Este material debe permitir almacenar el agua suficiente para el crecimiento de plantas pero al mismo tiempo debe drenar lo suficiente de modo que la cantidad de agua retenida no altere las tensiones efectivas de la capa.

El material estudiado cumple con los requisitos necesario para ser utilizado en la capa de clausura, por lo que emplearemos un suelo de características similares al terreno natural, teniendo un valor de cohesión de 0.05 Kg/cm2 y ángulo de fricción interna 1.8° (ver Estudio de Mecánica de Suelos en el Botadero de Huacho. Geomad 2015) . El material de suelo y subsuelo se presenta adecuado a usarse como fuente de abastecimiento de agregados de tamaño medio a fino, por lo que el resto de suelos del área de influencia donde se ubica el botadero serían igualmente válidos para ser empleados como tierra de soporte.

3) El valor de peso específico para el material de cobertura será de 20.8 kPa. Este valor es común para suelos y muy recurrente en la bibliografía existente (ejemplos: J.A. Jiménez Salas et al. Geotecnia y Cimientos, Tomo I (1981). Ed. Rueda; Sarsby, R. W. (2000). Environmental Geotechnics. Tomas Telford Publishing).

4) Pendiente y longitud del talud: la sección de cálculo más desfavorable es de 14º.

9.3 Factor de seguridad

Los coeficientes de seguridad para la estabilidad de los botaderos serán los mismos que los empleados en casos de rellenos sanitarios. A falta de una normativa específica en materia de estabilidad de rellenos sanitarios, los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en función de las consecuencias de una potencial inestabilidad y en situación estática, serán los propuestos en la normativa vigente española y europea[9,10].

Tabla 22. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario

	Tipo de Vertedero		
Riesgo	Inerte	No Peligroso	Peligroso
Bajo	1,3	1,4	1,5
Medio	1,4	1,5	1,6
Alto	1,5	1,6	1,8

Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

[9] Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

[10] EU Landfill Directive 1999/31/EC

Las situaciones de bajo riesgo son aquellas en las que una potencial inestabilidad provocaría exclusivamente daños materiales sin consecuencias significativas ambientales ni para la seguridad de las personas. Por riesgo medio se entiende la situación de un vertedero la inestabilidad provocaría daños significativos para el medio ambiente pero no para la seguridad de las personas. Las situaciones de alto riesgo son aquellas en las que se pueden provocar daños a personas o impactos ambientales severos o irreversibles

El botadero "Pampa Chanchería" se engloba dentro del grupo de bajo riesgo este grupo, por lo que el coeficiente de seguridad a tomar en consideración será de **1,4.**

Aunque en un caso de análisis a corto plazo no es estrictamente necesario, se deberá tener en cuenta los criterios de sismicidad de acuerdo a los criterios de análisis incluidos en la Normativa Peruana en vigor. Además considerará los datos y criterios de referencia del Instituto Geográfico Nacional del Perú.

Se recomienda el empleo de las aceleraciones efectivas del sismo de diseño. Para el método de diseño pseudo-estático de taludes y muros, se recomienda un valor de 0.38 para el coeficiente lateral sísmico.

9.4 Estabilidad global

El Análisis de estabilidad 2D se ha realizado sobre la sección crítica del botadero según la geometría descrita en el punto siguiente.

9.4.1 Metodología

Para la modelización de la estabilidad del botadero Pampa Chanchería se ha empleado el software Slide 6.0. Este programa es un software disponible para el análisis de taludes y laderas en 2D. Tiene un CAD basado en una interfaz gráfica con una amplia variedad de modelos y tiene opciones de interpretación de datos que permiten realizar un análisis complejo y rápido.

Slide ofrece la posibilidad de utilizar todos los métodos estándar de equilibrio límite vertical para el análisis de estabilidad de taludes (Bishop simplificado, Corps of Engineers 1 y 2, Morgenstern-Price, Jambu simplificado, Jambu modificado, Lowe-Karafiath, Fellenius y Spencer).

De todos ellos se recomiendan los de Morgenstern-Price y el de Spencer, ya que tienen en cuenta dos factores de seguridad en las ecuaciones, uno con respecto al momento de equilibrio y otro con respecto a la fuerza horizontal de equilibrio.

El método de Spencer adopta una relación constante entre las fuerzas normales y tangenciales en las dovelas, de modo que a través de un proceso iterativo se van variando las fuerzas tangenciales y normales hasta que los dos factores de seguridad son el mismo. Encontrar el ratio tangente-normal que hace que los dos factores de seguridad sean el mismo, significa que tanto momentos como fuerzas de equilibrio cumplen las ecuaciones

El método de Morgenstern-Price es muy similar al de Spencer, pero además de la relación constante entre fuerzas normales y de tangenciales en las dovelas, permite otras relaciones: Constante, Semi-sinusoide, Clipped-sine, Trapezoidal, Especificando dato y punto.

Empleando la selección de método constante tendríamos las ecuaciones del método de Spencer.

Como conclusión, y por lo expuesto anteriormente, se emplea el método de Morgenstern -

Price ya que:

- Considera tanto fuerzas tangenciales como normales en las dovelas.
- Satisface tanto momentos como fuerzas de equilibrio.
- Permite una variedad de funciones de fuerza entre las dovelas.

En los resultados finales se presentan los cálculos para los tres métodos de tanteo (Janbu modificado, Spencer y Morgenstern - Price), que pueden dar valores superiores o inferiores de factor de seguridad, no obstante, el dato fiable es el del método Morgenstern-Price.

9.4.2 Parámetros geotécnicos

A continuación se muestran los valores de los parámetros utilizados tanto para la masa de residuo (Residuo), como para la superficie de soporte del depósito. Se ha empleado un valor de cohesión de 5 KPa en el caso del terreno natural, puesto que los resultados de cohesión de las muestras obtenidas de muestras remoldeadas.

Tabla 23. Parámetros geotécnicos

Material	Densidad "d(Kn/m)"	Cohesión "c(KPa)"	Ángulo de rozamiento "φ(º)"
Residuo	11.5	12.58	29.8
Terreno	20.8	5	32

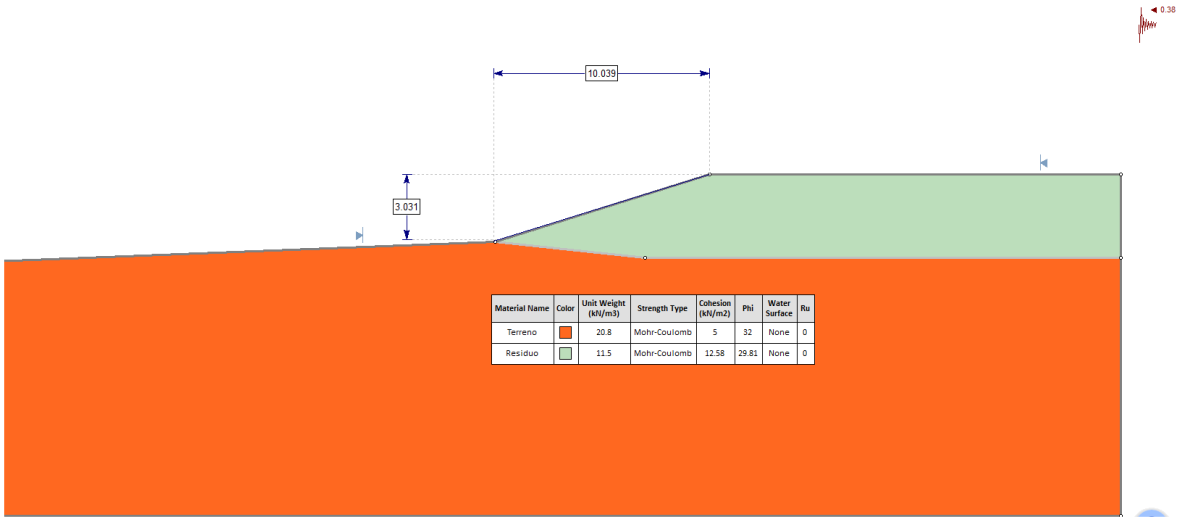
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

9.4.3 Geometría

La geometría a continuación se corresponde a la geometría del talud con sección crítica del botadero.

La pendiente de la sección crítica se corresponderá con un talud de 14º.

Figura 14. Sección Crítica – Cálculo de estabilidad Slide 6.0

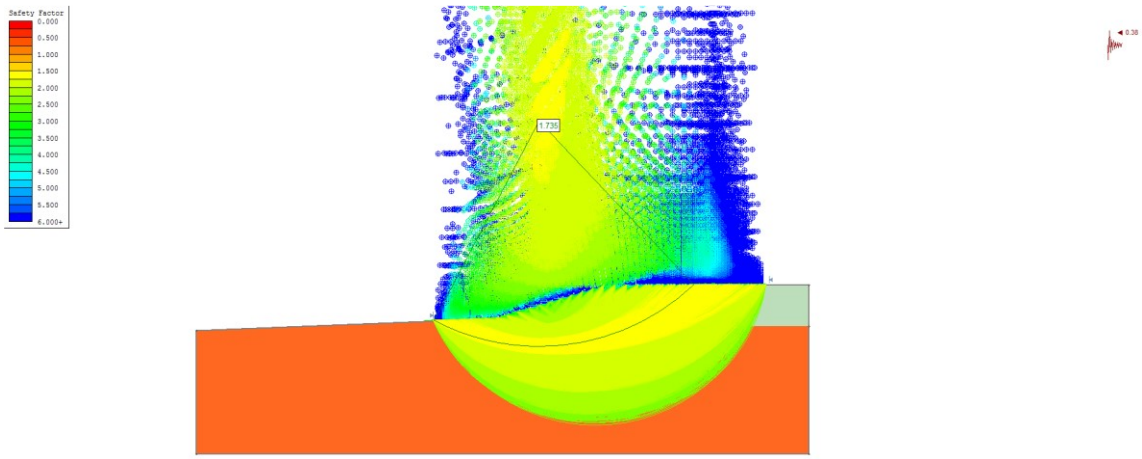


Fuente: Equipo de Formulación, 2015

9.4.4 Análisis de estabilidad

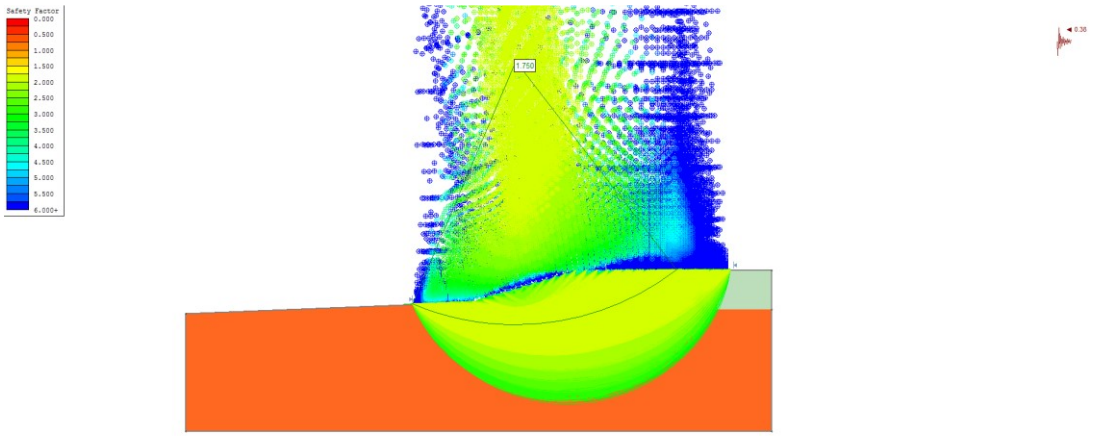
El Análisis de estabilidad se ha realizado sobre la sección crítica del botadero según la geometría descrita en el punto anterior. En las figuras siguientes se muestran los resultados obtenidos de las simulaciones para la sección crítica del botadero.

Figura 15. Resultados Simulación Modelo Jambu Corrected



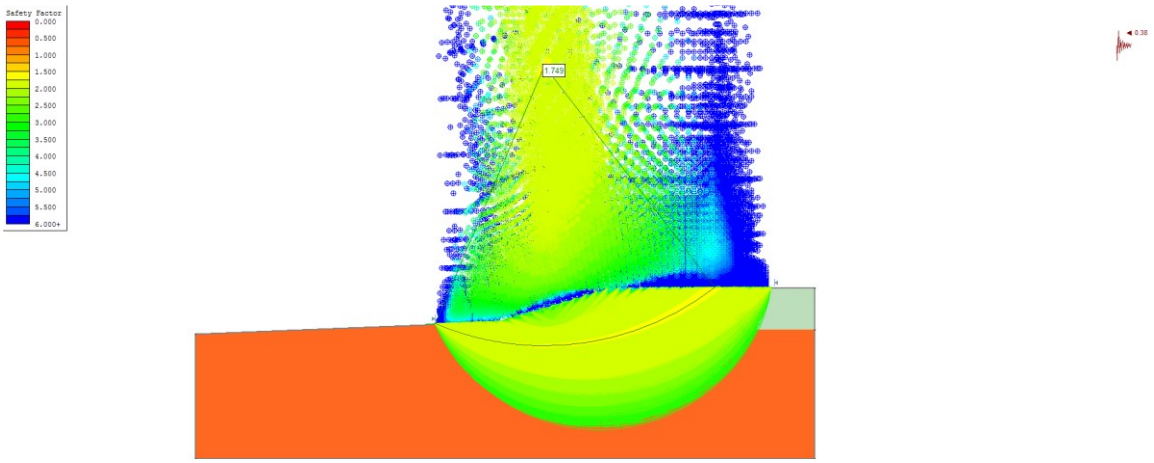
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 16. Resultados Simulación Modelo Spencer



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 17. Resultados Simulación Modelo Morgenstern-Price



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En la sección de cálculo analizada se observa que el factor mínimo de seguridad FS es de 1.73. El modelo utilizado para la simulación ha sido Jambu Corrected. Otros modelos también utilizados como Spencer o Morgenstern-Price reportan valores de FS superiores (1.75 y 1.749 respectivamente).

9.5 Estabilidad de la capa de sellado

9.5.1 Introducción

En el presente documento se muestra el análisis de la estabilidad de la capa de clausura del botadero Pampa Chanchería. El cálculo de la estabilidad se ha realizado mediante un método analítico de equilibrio límite con distintas hipótesis de cálculo y geometría del talud.

El objetivo de este estudio es determinar el factor de seguridad (FS) de un talud genérico de modo que se pueda tener una guía para conocer la viabilidad o no de la morfología final de la capa de clausura. En los casos en los que el FS obtenido es inferior al valor de 1.4 establecido, se han determinado dos posibles soluciones basadas en la utilización de una geomalla de refuerzo o bien suponiendo la ejecución de un talud en forma de cuña.

La estructura del documento refleja el procedimiento empleado para determinar la estabilidad de la capa de clausura.

9.5.2 Antecedentes y datos de partida

El sistema de sellado consiste en distintas subcapas de materiales tipo suelo y geosintéticos. A continuación se describe el orden de las subcapas desde la base (masa de vertido) hasta la superficie (contacto con la atmósfera):

- Residuos
- Tierra de cobertura similar a la presente en el entorno, de 90 cm de espesor

El sistema de capa de clausura descrito está previsto que sea paralelo a la masa del vertido y capa de regularización existente que hace de base, por lo que estudiar la estabilidad de la capa de clausura resulta imprescindible ya que es obligado adaptarse a la morfología existente.

9.5.3 Hipótesis

En este apartado se describe las hipótesis de partida y la base teórica del cálculo empleado para determinar la estabilidad del talud. En primer lugar se justifica o se hacen hipótesis sobre la adopción de los distintos valores necesarios para el cálculo.

Por otro lado, los cálculos realizados están basados en la Norma UNE 104425:2001 "Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad (P.E.A.D)", que establece distintos tipos de cálculo basados en el artículo técnico "Analysis and design of Veneer Cover Soils (Koerner R. and Soong T. 1998 Sixth International Conference on Geosynthetics)".

Modo de rotura

Según se especifica en la norma UNE 104425:2001 es necesario estudiar la estabilidad de un talud teniendo en cuenta los siguientes aspectos (fuente: intermas geosynthetics):

a) Riesgo de pérdida de finos en la coronación del talud al golpear la geomembrana contra el terreno. En este caso se recurrirá al uso de un geotextil o geocompuesto.

b) Riesgo de deslizamiento del material que forma el talud. En este caso se realizará un cálculo de deslizamiento por círculos de Mohr, método de deslizamiento en bloques, etc.

c) Riesgo de deslizamiento, fundamentalmente en sellados, por pérdida de rozamiento entre las diferentes capas de geosintéticos y de contacto geosintético-suelo de cobertura.

En el presente documento se analizan los puntos b) y c) de manera conjunta adoptando la hipótesis de que tanto el suelo como los geosintéticos rompen por el mismo plano, que es la superficie de apoyo de la capa de clausura. Este aspecto se justifica por las siguientes hipótesis:

- El espesor de la capa de clausura es pequeño en comparación con el desarrollo del talud.
- Las roturas circulares de radio elevado que pasen por la base de la capa pueden asimilarse al caso de talud indefinido.
- Roturas circulares de radio pequeño o roturas superficiales se supone que la cobertura vegetal u otros efectos como la cohesión o la succión son suficiente para contenerlos tal y como sucede en la realidad.

9.5.4 Cálculos realizados

Según el artículo "*Analysis and design of Veneer Cover Soils (Koerner R. and Soong T. 1998 Sixth International Conference on Geosynthetics*)" al que hace referencia la norma *UNE 104425:2003*, la metodología de cálculo se basa en un análisis en equilibrio límite de distintos casos aplicables al estudio de la estabilidad de una capa de clausura que contiene geosintéticos.

El factor de seguridad a alcanzar en el cálculo de estabilidad es de 1.4 según los siguientes métodos:

- (Caso 1) TALUD PARALELO INDEFINIDO: se trata del cálculo del factor de seguridad más conservador para el caso de superficie de deslizamiento paralela a la superficie. En caso de que el valor obtenido no sea el deseado (1.4), se procede al cálculo del caso 2.

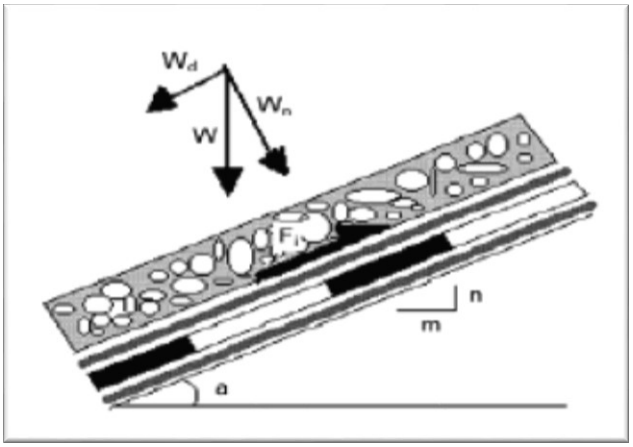
- (Caso 2) TALUD PARALELO DEFINIDO: consiste en el cálculo de un talud cuya rotura es por un plano paralelo a la superficie. En esta ocasión el talud viene definido por su longitud de desarrollo (L). A diferencia del caso 1, este cálculo tiene en cuenta los empujes activos y pasivos del suelo y permite considerar las características del talud, por lo que el cálculo se ajusta más a la realidad y es menos conservador.

A continuación se describe el desarrollo de cada uno de los casos:

Talud paralelo indefinido

Este caso contempla la estabilidad de un talud indefinido según se muestra en la siguiente figura.

Figura 18. Equilibrio en talud paralelo indefinido



Fuente: Koerner R. and Soong T. 1998

Tal y como se ha descrito en apartados anteriores, en el cálculo del equilibrio sólo interviene el ángulo de rozamiento más desfavorable de las distintas interfases y el ángulo de la pendiente del talud según se desprende del siguiente desarrollo:

En primer lugar se calcula la fuerza tangencial que resiste la interfase (F_i, criterio de rotura de Mohr-Coulomb). Debido a que la componente normal del peso (W_n) debe ser igual a la componente normal de la fuerza resultante que actúa en la base, se calcula multiplicándola por la tangente del ángulo de rozamiento en la interfase ($\emptyset_i$).

$$F_i = W_n \times \tan \emptyset_i = W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i \qquad (1)$$

En donde el ángulo (β) define la pendiente del talud.

Por otro lado, la resistencia que ofrece la interfase según la ec.1, debe ser igual a la componente del peso paralela al plano de deslizamiento (W_d).

$$W_d = W \times sen\beta \qquad (2)$$

Finalmente, para que el sistema esté en equilibrio, el factor de seguridad debe ser superior o igual a la unidad y se calcula como el cociente entre las ecuaciones 1 y 2, de modo que se obtiene:

$$FS = \frac{F_i}{W_d} = \frac{W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i}{W \times sen\beta} = \frac{\tan \emptyset_i}{tan\beta} \quad (3)$$

Según puede observarse en la ecuación , el resultado no depende del peso del terreno que tiene por encima y sólo lo hace del ángulo de la interfase. En consecuencia, cuanto mayor sea el FS deseado, para un ángulo $\emptyset_i$ determinado, menos verticales podrán ser los taludes a proyectar.

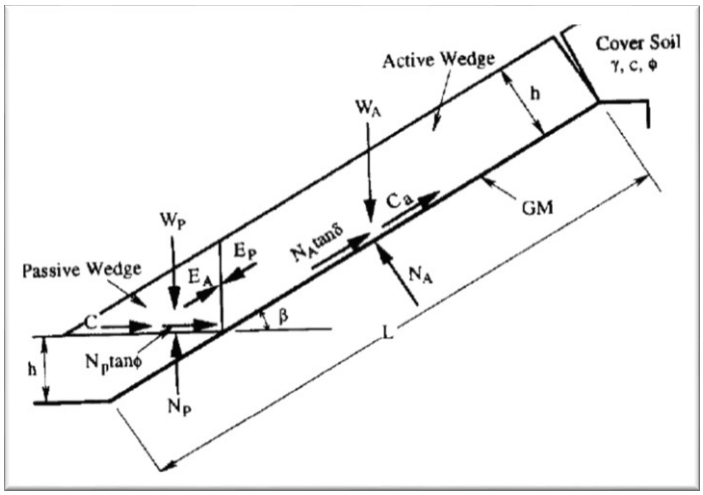
Los valores de este FS se muestran en el apartado de resultados para cada alternativa de la capa de clausura.

Talud paralelo definido

Este cálculo, y según indica la norma UNE 104425:2003, puede efectuarse en las situaciones en las que el caso 1 no cumple con el FS objetivo deseado. Consiste en el cálculo de un talud paralelo a la base pero, en esta ocasión, el talud viene definido por su longitud de desarrollo (*L*). Considerando los empujes activos y pasivos del suelo se obtiene el FS. Si el valor del FS es menor a 1.4, se procede al cálculo de estabilidad con mallas de refuerzo.

El desarrollo de cálculo de este caso se basa en la obtención del equilibrio límite de la siguiente figura extraída del artículo técnico citado en este documento:

Figura 19. Equilibrio en talud paralelo definido



Fuente: Koerner R. and Soong T. 1998

En donde:

- γ,c,∅ : son el peso específico, la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del suelo
- Active Wedge: cuña activa de rotura
- W_A: peso de la cuña activa de rotura
- N_A: componente normal del peso de la cuña activa
- C_A: fuerza a lo largo de la cuña activa debido a la adherencia
- δ: ángulo de rozamiento de la interfase
- E_P: empuje pasivo
- Passive Wedge: cuña pasiva de rotura
- E_A: empuje activo
- W_P: peso de la cuña pasiva de rotura
- C:fuerza resistente debido a la cohesión en la base de la cuña pasiva de rotura
- N_P: componente normal del peso de la cuña pasiva de rotura
- L : longitud de desarrollo del talud

Tal y como puede verse en la figura anterior, este método de cálculo tiene en cuenta el efecto del empuje pasivo y del empuje activo del talud.

En líneas generales, este cálculo parte de las siguientes hipótesis:

- Existe una grieta de rotura en la parte superior de la que se desprende la masa deslizante activa.

- No existe presión hidrostática, por lo que debe de asegurarse un correcto dimensionamiento del geodren y debe colocarse un material suficientemente drenante para evitar presiones de agua.

- No existe presión ejercida por el gas, por lo que debe de asegurarse un correcto dimensionamiento del dren inferior como capa de captación y drenaje del gas.

- El empuje pasivo que se genera en el pie de talud proporciona una fuerza estabilizadora, por lo que debe de asegurarse que este empuje pasivo se produce en la realidad.

- El empuje activo y pasivo actúan con la misma inclinación β del talud como corresponde a la teoría de Rankine para trasdós vertical. Esta hipótesis tiene sentido en tanto que no se contempla el vuelco de la masa de terreno en estado activo.

A partir de estas hipótesis, la masa deslizada se encuentra en estado activo y es parcialmente contenida por el rozamiento y la cuña de empuje pasivo.

La aparición del empuje pasivo se justifica por el área de terreno que se apoya sobre la superficie horizontal de la berma. El ángulo de rozamiento en esta interfase ofrece mejor resistencia al deslizamiento dado que se trata del ángulo de rozamiento interno del terreno (∅) y no el ángulo de la interfase más desfavorable (δ).

A partir de estas hipótesis, las ecuaciones de equilibrio extraídas del artículo técnico citado en el documento se establecen de la siguiente manera:

Para la zona activa se tiene que:

$$W_A = \gamma h^2 \left(\frac{L}{h} - \frac{1}{sen\beta}\frac{tan\beta}{2}\right) \quad (4)$$

$$N_A = W_A cos\beta \quad (5)$$

$$C_A = c_a \left(L - \frac{h}{sen\beta}\right) \quad (6)$$

Y para la zona pasiva se tiene:

$$W_P = \frac{\gamma h^2}{sen(2\beta)} \quad (7)$$

$$N_A = W_P + E_P sen\beta \quad (8)$$

$$C = \frac{ch}{sen\beta} \quad (9)$$

A partir de este punto, se determina el equilibrio de fuerzas verticales para la zona activa y se obtiene el empuje activo mientras que el equilibrio de fuerzas horizontales para la zona pasiva resulta en el empuje pasivo.

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A cos\beta) - (N_A tan\delta + C_a)sen\beta}{sen\beta \times (FS)} \quad (10)$$

$$E_P = \frac{C + W_P tan\emptyset}{cos\beta(FS) - sen\beta tan\emptyset} \quad (11)$$

A partir de igualar 10 y 11 se obtiene una ecuación de segundo grado cuya incógnita es el FS (ec.12).

$$0 = a(FS)^2 + b(FS) + c \quad (12)$$

La resolución de la ecuación anterior proporciona el factor de seguridad para este caso.

Otros valores de cálculo relevantes que no aparecen mencionados anteriormente han sido:

- γ(peso específico del terreno): 20.8 *kN/m*.
- h(potencia de la cobertura): 0.9 *m* en todos los casos.

- C: fuerza nula debido a la cohesión del suelo.
- Ca: fuerza nula debido a la adherencia.
- $Nivel\ freático$: no se ha considerado carga hidráulica en ninguno de los casos planteados. Se supone que el suelo y los geodrenes funcionan correctamente sin que se produzca presiones intersticiales.

9.5.5 Resultados

En función de los parámetros definidos con anterioridad, la interfase más desfavorable es la capa de cobertura en contacto con el residuo). El ángulo de rozamiento entre estas dos capas es de 0º. En consecuencia, si se asegura la estabilidad entre estas dos capas, queda asegurada la estabilidad entre el resto de capas.

Caso 1. Talud paralelo indefinido

ESTABILIDAD DE LA CAPA DE COBERTURA ALTERNATIVA 1 - TALUD INDEFINIDO

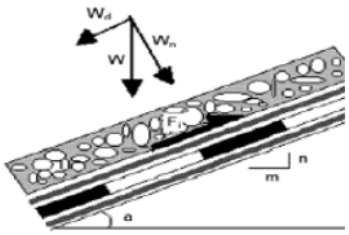
Proyecto:	Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en el Botadero "Pampa Chanchería"
Cliente:	Banco InterAmericano de Desarrollo (BID)
Metodología:	Koerner

Geometría del talud

Inclinación de la pendiente (ß)		14.0	º

Geotecnia

Densidad saturada (γ)		19.1	kN/m3
Angulo de fricción entre capas (δ)		30.0	º



Cálculos:

Factor de seguridad	2.32

$$FS = \frac{F_i}{W_d} = \frac{W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i}{W \times sen\beta} = \frac{\tan \emptyset_i}{tan\beta}$$

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tal y como se puede observar en la figura anterior, el valor del FS alcanza el deseado de 1.4.

Los resultados del cálculo de estabilidad de la capa de clausura del talud crítico del botadero, de 30º, aporta un factor de seguridad de 2.32, por lo que lo consideramos estable y no es necesario implementar medidas adicionales de estabilización.

9.5.6 Conclusiones

El diseño de la capa de clausura propuesto, bajo los condicionantes de propiedades del suelo y residuos especificados, cumple con las condiciones de seguridad exigible para el tipo de obra del presente proyecto (FS > 1.4), por lo que no es necesario implementar medidas especiales para garantizar dicha estabilidad.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Augenstein, D. y Pacey, J. "Landfill Methane Models". Presented at 29th SWANA International Solid Waste Conference, Cincinnati, 1991.
- Bagchi, A. "Design, construction & monitoring of sanitary landfill". Willey Interscience. USA 1990
- Beaven, R.P., Powrie, W., Ficie and Kiriaki Zardava. "Hydrauli porperties of MSW", in "Geotechnical characterization, field measurements and laboratory testing of MSW. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics". 2008.
- Brian A. Albrecht and Craig H. Benson (2001), Effect of desiccation on compacted natural clays. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 127(1), 67-75
- British Columbia Ministry of Environment (MOE), Landfill Criteria for Municipal Solid Waste, June 199 , Source: http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/mpp/lcmsw.html, last accessed March 25, 2009.
- Brookes, A. y D.A. Sear. (1996). "Geomorphical Principles for Restoring Channels". En: A. Brookes y F.D. Shields (eds.), "River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects":75-102. John Wiley and sons, Chichester, UK.
- Carter, M. and Bentley, S. (1991). Correlations of soil properties. Penetech Press Publishers, London.
- Cherné Tarilonte, J. y González Aguilar, A. Movimiento de Tierras. 2010. Construcciones industriales. 5º ing. Industrial.
- Christensen, T. H., & Kjeldsen, P. (1989). "Basic biochemical processes in landfills. IN: Sanitary Landfilling: Process, Technology, and Environmental Impact". Academic Press, New York. 1989. p 29-49, 9 fig, tab, 4 ref.
- Díaz del Río, Manuel. Maquinaria de Construcción, 2001. Ed. Mc Graw Hill.
- Farquhar, G.J. (1989). "Leachate: Production and Characteristics", Canadian Journal of Civil Engineering, 16: 17- 25.
- Farquhar G. J., Rovers, F. A. "Gas production during refuse decomposition". Water, Air, and Soil Pollution December 197 , Volume 2, Issue 4, pp 48 -495.
- Giraldo E., "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997.
- Ham, Robert K., and Morton A. Barlaz, "Measurement and Prediction of Landfill Gas Quality and Quantity" in Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact" ed. Chistensen, Thomas H., Cossu, Raffaello, and Stegmann, Rainer. (Academic Press, New York, 1989) p. 155-158
- Hillman, R.P., and Stark, T. D. 2001. Shear Strength Characteristics of Geomembrane/geosynthetic interfaces Geosynthetics international Vol 8 No.2.

- Hugins, M., and Harper, S. 1999. "Operational characteristics of two aerobic landfill systems". Paper Presented at The Seventh International Waste Management and Landfill Symposium in Sardinia, Italy, on October 4, 1999.
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. OPS/CEPIS/PUB/02.9 . Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Keenan, J.D., Steiner, R. L. and Fungaroli, A.A. (1984). "Landfill Leachate Treatment", WCPF, 56(1): - 9.
- Koerner, R.M., Quian X., and Gray, D.H. 2002. "Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction". Prentice Hall.
- Koener, R. M., Martin, J.P. and Koener, G. R. 1986 "Shear Strength Parameters Between Geomembranes and Cohesive Soils, "Journal of Geotextiles and Geomembranes, Vol 4 No. 1 pp 21- 0.
- Koener, R. M. 200 . "Selected Papers on the Design Decision of Using Peak Versus Residual Shear Strengths" Geosynthetic Research Institute Report number 29.
- Koerner M.R. 2005. "Designing with Geosynthetics" 5th edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Koerner R. M. and Soong T. 1998. "Analysis and design of Veneer Cover Soils" (Sixth International Conference on Geosynthetics)".
- "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2011).
- McBean, E.A., F.A. Rovers, and G.J. Farquhar. "Solid Waste Landfill Engineering and Design", New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- Norma UNE 104425:2001 "Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad(P.E.A.D)".
- Ramke, H.-G., 1991: Hydraulic Assessment and Calculation of Leachate Collection Systems of Sanitary Landfills - Water Balances, Hydraulic Characteristics and Methods of Calculation - Ph.D. thesis (Hydraulische Beurteilung und Dimensionierung der Basisentwässerung von Deponien fester Siedlungsabfälle - Wasserhaushalt, hydraulische Kennwerte, Berechnungsverfahren – Dissertation), Mitteilungen aus dem Leichtweiss-Institut für Wasserbau, Heft 114 Technische Universität Braunschweig.
- Ramke, H.-G., 2008: Leachate Collection Systems in: Witt, K. J.; Ramke, H.-G.; Telekes, G., Imre, E., 2008: 1st Middle European Conference on Landfill Technology International Conference, organised by the Technical Committee on Geotechnics of Landfills in the DGGT and the Hungarian National Committee of the SSMGE, Budapest, February 6- 8, 2008.
- Reinhart, D.R., and B. Al-Yousfi. "The Impact of Leachate Recirculation on Municipal Solid Waste Landfill Operating Characteristics". Waste Management & Research 14 (1996): p. 7- 46.

- Rendra, S. 2007. Comparative study of biodegradation of municipal solid waste in simulated aerobic and anaerobic bioreactors landfills. UOttawa.
- Sarsby, R. W. (2000). Environmental Geotechnics. Tomas Telford Publishing
- Témez, J. R. (1987). "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas y medianas cuencas naturales". Dirección General de Carreteras, Tecnología carreteras, MOPT, Madrid.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S., "Integrated Solid Waste Management" Mc Graw – Hill, 1996.
- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC/CCNUCC. "Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site, Version 04". 2008.
- Vaid, Y.P. and Rinne, N., 1995, "Geomembrane Coefficients of Interface Friction", Geosynthetics International, Vol. 2, No. 1. Pp 09- 25.
- Vaquero Díaz, Iván. "Manual de diseño y construcción de vertedero de residuos sólidos urbanos". U.D. Proyectos. E.T.S.I. Minas UPM. Madrid, 2004.
- Villón Bejar, Máximo, "HIDROLOGIA", Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola, Lima, Perú, 2002.
- Zekkos, D. Geotechnical Characterization, Field Measurement and Laboratory Testing of Municipal Solid Waste. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics. ASCE 2008.