

## 2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	:	Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW
Tipo de proyecto a realizar	:	Nuevo
Monto de inversión estimado	:	S/. 1 001'022 064,25
Ubicación física del Proyecto	:	
Distritos	:	Chanchamayo y San Ramón
Provincia	:	Chanchamayo
Departamento	:	Junín
		En el Anexo 6; mapa CHG-EVAP-001, se presenta la ubicación del Proyecto.
Superficie total (Ha)	:	2 164,92 Ha (área de influencia directa)
Tiempo de vida útil	:	30 años

#### 2.1.1 Objetivos

##### 2.1.1.1 *Objetivo general*

La ejecución del proyecto “Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW” tiene como objetivo suministrar energía limpia y renovable al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), y aportar al balance entre el incremento de la demanda de energía y la oferta actual en las regiones del Perú.

##### 2.1.1.2 *Objetivos específicos*

- ▶ **Incremento de la producción de energía en el SEIN**, la entrada en operación de la C.H. Garibaldi al SEIN permitirá el incremento de la producción de potencia y energía (potencial instalada de 202 MW y una producción de energía media anual de 920 GWh).
- ▶ **Incremento de infraestructura de generación en la zona**, la implementación de obras de generación en la zona mejorará el estándar de vida de los pobladores de la zona.
- ▶ **Mejoramiento del bienestar poblacional**, los ingresos de la región se incrementarán debido al aporte del canon hidroenergético.

#### 2.1.2 JUSTIFICACIÓN

Una de las garantías de seguridad de la operación de un sistema eléctrico es que en todo momento cuente con un margen de reserva de generación suficiente para cubrir la operación ante contingencias o condiciones operativas adversas del sistema. Para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), el margen de reserva que garantiza una adecuada seguridad es establecido por el OSINERGMIN y se denomina Margen de Reserva Firme Objetivo (MRFO).

El MRFO es fijado cada cuatro años, siendo la última fijación la del 19 de febrero de 2013, mediante la Resolución OSINERGMIN N° 020-2013-OS/CD, en la cual se estableció como el valor de 33,3% menos el equivalente porcentual de la potencia firme de la Reserva Fría respecto a la máxima demanda del SEIN, para el periodo 01 de mayo de 2013 hasta el 30 de abril de 2017.

La capacidad de generación se ha incrementado los últimos años como consecuencia de la puesta en servicio de plantas termoeléctricas en base al gas natural de Camisea en Chilca y Lima. Esto ha dado lugar a que la participación de la generación eléctrica en base al gas natural en la cobertura de la demanda de energía del SEIN se haya incrementado rápidamente desde el año 2004, y que por otro lado la participación de la producción de energía hidroeléctrica haya disminuido año a año, lo cual ha repercutido en los costos marginales.

Sin embargo, la generación en base al gas natural depende del abastecimiento de gas de Camisea, el cual se efectúa a través de un único gasoducto de más de 700 km de longitud y que cruza transversalmente el territorio nacional a través de una geografía difícil y accidentada, por lo que el riesgo de desabastecimiento por falla del gasoducto está latente.

Por otro lado, con las licitaciones efectuadas por las empresas de distribución para cubrir la demanda en el corto, mediano y largo plazo (en cumplimiento de lo dispuesto por la Ley N° 28832), así como por las subastas de energía hidroeléctrica y de fuentes nuevas renovables (eólica, solar, biomasa y pequeñas hidroeléctricas) emprendidas por el gobierno, se ha logrado incrementar la capacidad de generación. También se está reforzando el sistema de transmisión con la instalación de líneas de transmisión en 500 kV, al Sur y al Norte del país y se está reforzando la capacidad del gasoducto de Camisea a Lima. Sin embargo, la concretización de los proyectos de reforzamiento del sistema de transmisión eléctrica y del sistema de transporte de gas no es inmediata, habiendo retrasos en la implementación de los proyectos.

Así mismo, para asegurar que el suministro de energía eléctrica destinado al servicio público no sufra efectos negativos debido al desabastecimiento de gas natural, evitar consecuencias económicas perjudiciales para el sistema eléctrico nacional, y reducir el riesgo de altos costos marginales en el sistema por situaciones de congestión y/o saturación de los sistemas de transmisión, en diciembre de 2008 se emitió Decreto de Urgencia N° 049-2008 con vigencia entre el 1 de hasta el 31 de diciembre del 2011 y prorrogado luego, mediante DU N° 079-2010 hasta el 31 de diciembre 2013 y posteriormente prorrogado hasta el 31 de diciembre 2016.

Dada esta situación se han dado incentivos para la conversión de las plantas de gas natural de ciclo simple a ciclo combinado: las plantas que operan en base a gas natural a plantas duales para operar con combustibles líquidos en caso de desabastecimiento de gas natural.

Por otro lado, la ejecución del proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW, responde a la convocatoria del gobierno para la construcción de 1200 MW de capacidad en plantas hidroeléctricas, que son complementadas con nuevas subastas para la implementación de proyectos de energía renovable (mini hidroeléctricas y biomasa).

Por otro lado, según la Ley del SEIA (Ley N° 27446) y su correspondiente Reglamento aprobado mediante D.S. N° 019-2009-MINAM; las centrales hidroeléctricas, como proyectos de inversión, requieren para su construcción, contar con la certificación ambiental correspondiente.

Así, la presente Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP) se desarrolla como parte del proceso de obtención de la Certificación Ambiental que requiere el proyecto "Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW" para su ejecución, y se presenta ante el SENACE, como autoridad competente para su evaluación y clasificación del Proyecto.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 2.2.1 Características técnicas

#### 2.2.1.1 Características técnicas de la Central Hidroeléctrica

##### Información general

▶ Caudal del diseño	:	55 m <sup>3</sup> /s.
▶ Tipo turbinas	:	Pelton 2 unid.
▶ Altura bruta	:	443 m
▶ Pérdida de carga en el sistema	:	39,10 m
▶ Altura Neta	:	403,90 m
▶ Potencia instalada	:	202MW
▶ Energía Anual	:	920 GWh

##### Presa

▶ Tipo de presa	:	Arco de gravedad
▶ Altura de presa	:	80 m
▶ Capacidad del reservorio	:	6,87 Hm <sup>3</sup>
▶ Nivel máximo de operación	:	1 158 m
▶ Nivel mínimo de operación	:	1 152 m
▶ Tipo de compuerta	:	Radial 2 unid.

##### Sistema de conducción

▶ Longitud del túnel de conducción	:	8 199,25 m
▶ Diámetro del túnel (D&B)	:	4,8 m

##### Tubería de conducción a presión

▶ Tipo	:	Acero
▶ Longitud tubería forzada	:	2 650,75 m
▶ Disposición de la tubería	:	2 tuberías en paralelo
▶ Diámetro de cada tubería	:	2,5 m

##### Casa de máquina

▶ Tipo	:	En superficie
▶ Caudal de diseño por unidad	:	27,5 m <sup>3</sup> /s
▶ Nivel de eje de la turbina	:	715 m s.n.m
▶ Capacidad instalada por unidad	:	101 MW

##### Canal de descarga

▶ Longitud del canal de descarga	:	347,46 m
----------------------------------	---	----------

#### 2.2.1.1 Características técnicas de la Línea de Transmisión

Las características técnicas de la L.T 220 kV S.E. Garibaldi – S.E. Nueva Yanango, son las siguientes:

▶ Longitud	:	26,36 km
▶ N° de ternas	:	2
▶ Tipo de torres	:	Acero galvanizado
▶ Configuración	:	Alternada
▶ Conductor	:	1 x ACSR 1000 MCM/fase
▶ Cable de guarda	:	EHS 50 mm <sup>2</sup>
▶ OPGW	:	24 fibras, 120 mm <sup>2</sup>
▶ Cadenas de aisladores	:	Vidrio tipo suspensión standard, U160BS, U210B, U310B, zonificado.

## 2.2.2 Componentes principales

Los componentes principales a construirse como parte del proyecto “Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW” se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Ubicación y área de los componentes principales del proyecto

COMPONENTES PRINCIPALES	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 – 18 SUR)		ÁREA (m <sup>2</sup> )	LONGITUD (m)
	ESTE	NORTE		
Embalse	454 503,60	8 782 537,22	260 000,00	4578,95
Presa	454 768,78	8 782 412,75	15 000,00	-
Bocatoma	454 814,35	8 782 481,23	1 500,00	-
Obras de desvío				
– Ataguía aguas arriba	454 625,35	8 782 546,52	4 400,00	249,59
– Ataguía aguas abajo	454 822,32	8 782 302,72	1 500,00	141,51
– Túnel de desvío	Inicio: 454 561,48	8 782 524,09	-	397,86
	Fin: 454 833,53	8 782 248,46		
Túnel de conducción	Inicio: 454 807,85	8 782 488,72	-	8 199,25
	Fin: 462 857,19	8 781 496,44		
Ventana de acceso	Inicio: 459 758,28	8 780 499,29	-	1 222,52
	Fin: 458 933,68	8 781 401,84		
Chimenea de equilibrio	Inicio: 462 427,58	8 781 486,08	1 000,00	-
Cámara de válvulas 1	462 479,61	8 781 487,33	100,00	215,17
Cámara de válvulas 2	465 384,12	8 781 858,95	100,00	215,17
Tubería de conducción a presión	Inicio: 462 857,19	8 781 496,43	29 200,00	2 650,75
	Fin: 465 400,48	8 781 868,37		
Casa de máquinas	465 419,28	8 781 887,71	1 500,00	-
Canal de descarga	Inicio: 465 449,04	8 781 881,92	2 000,00	347,46
	Fin: 465 475,47	8 782 228,37		
Subestación Garibaldi	465 448,11	8 781 838,10	100,00	-
Línea de transmisión	Inicio: 465 448,11	8 781 838,10	658 900,00	26 366,55
	Fin: 449 131,54	8 763 232,19		
Ampliación subestación Nueva Yanango	449 131,54	8 763 232,19	200,00	-

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

La ubicación de los componentes se presenta en el Anexo 6: CHG-EVAP-005, Mapa de Componentes.

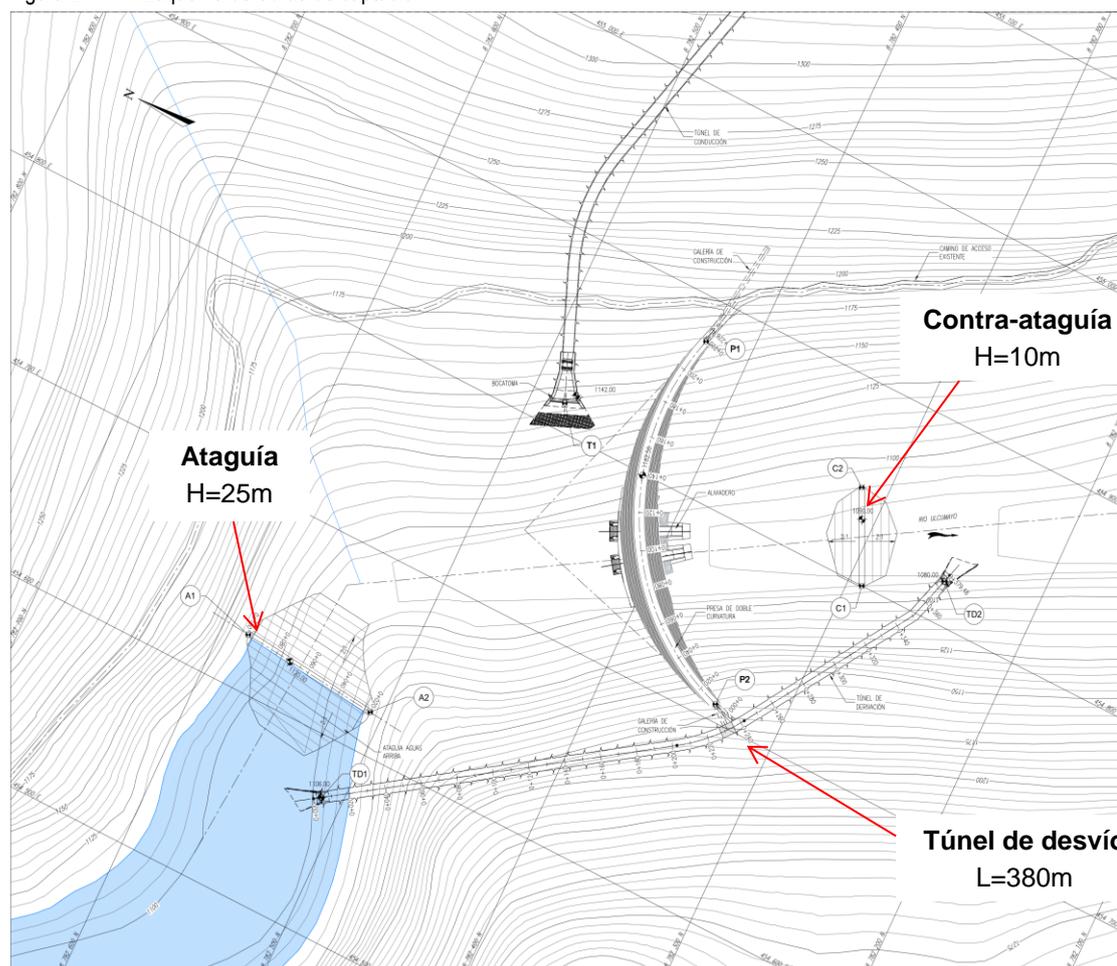
### 2.2.2.1 Obras de captación

Las obras de cabeceras están compuesta por una presa de tipo arco de doble curvatura y una obra de toma que se ubica en el flanco izquierdo del cauce del río Ulcumayo.

Durante la etapa de construcción de la presa se requerirá de obras auxiliares para desviar el río. Con este propósito, una ataguía de 25 m de altura aguas arriba de la futura presa bloqueará el cauce del río y el agua será desviada mediante un túnel excavado en la margen derecha del río Ulcumayo. Adicionalmente se implementará una contra-ataguía con una altura de 10 m.

En la Figura 2-1 se presenta el esquema de las obras de captación.

Figura 2-1 Esquema de obras de captación



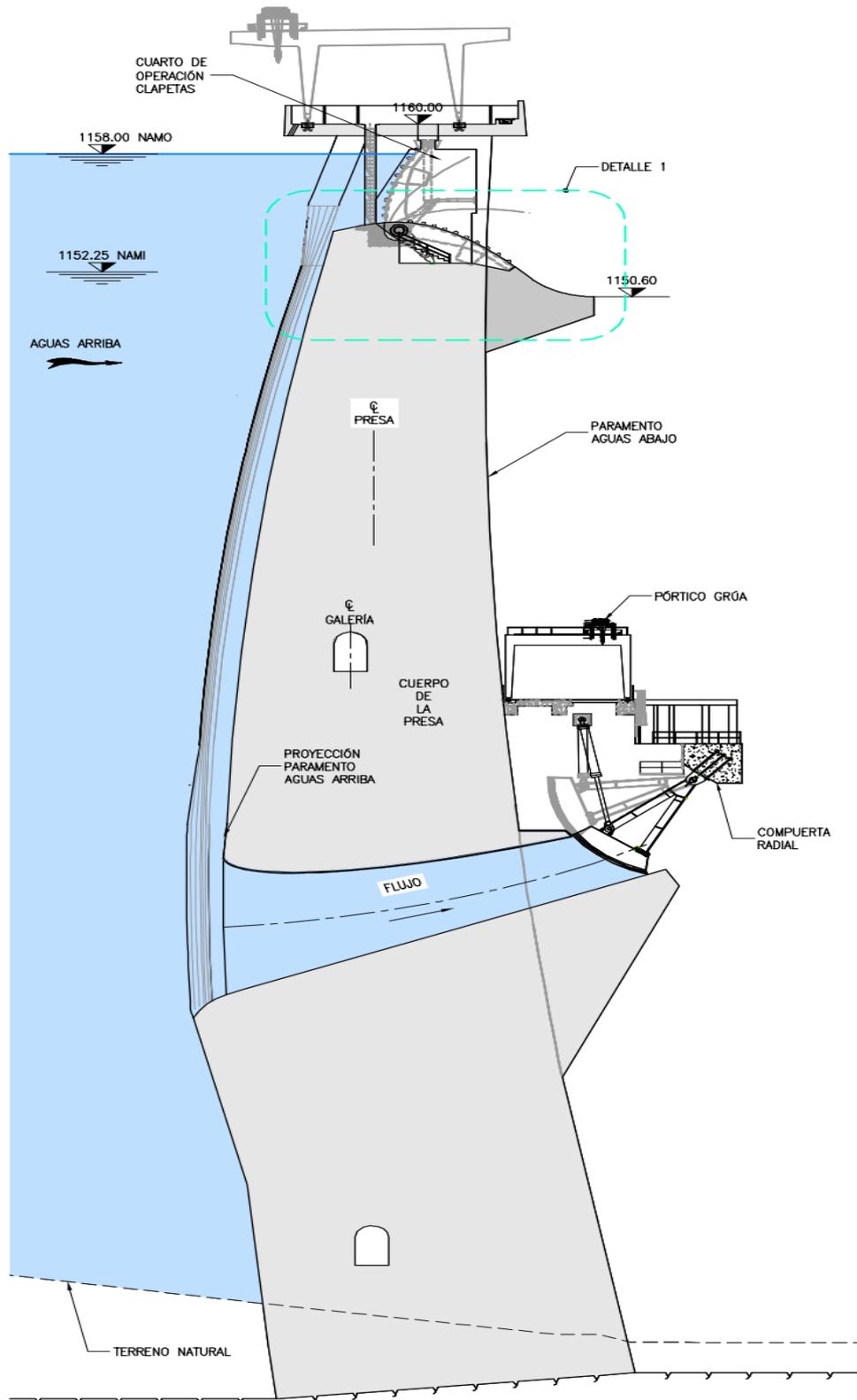
Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

#### 2.2.2.1.1 Presa

La presa es una estructura de tipo arco de doble curvatura con 80 m de altura, construido con hormigón en masa convencional. La geometría de la presa tiene una forma elíptica horizontal en la cresta, una forma circular en los horizontes más bajos. El ancho de la coronación básica (sin voladizos será 5m).

La presa consta de un aliviadero con compuertas radiales sobre los 1 155,4 m.s.n.m, que descarga los caudales excedentes durante una avenida mediante dos compuertas radiales.

Figura 2-2 Sección de presa tipo arco de gravedad



Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.2.2.1.2 Embalse

El reservorio de la presa tiene una capacidad de almacenamiento de 6,87 Hm<sup>3</sup> como volumen máximo, el nivel de operación del embalse se encuentra sobre los 1 158 m.s.n.m y el nivel mínimo de operación en 1 152,25 m.s.n.m, con lo cual se logra operar con un volumen útil de 1,386 Hm<sup>3</sup>.

### 2.2.2.1.3 Toma o bocatoma

La toma consta de dos ventanas de captación de 5x5m, con la solera ubicada en la cota 1 142,00 m.s.n.m. El caudal de diseño en la captación es 55 m<sup>3</sup>/s.

Sobre la sección de entrada se dispondrá de una rejilla para impedir el ingreso de escombros al sistema de conducción y de esta manera evitar inconvenientes con los equipos hidromecánicos como son válvulas y turbinas.

El ancho de la bocatoma es determina considerando una velocidad máxima (correspondiente a 0,6 m/s) en la apertura para evitar vibraciones de la reja. La apertura se encuentra 1,5 m por encima de la solera aguas arriba, para impedir que sedimentos desprendidos del suelo puedan entrar. Una pared deflectora sumergida 1,0 m se encuentra en la parte superior de la apertura para evitar que escombros flotante entre al sistema de conducción. Una reja con distancia libre de 2,5 cm y un espesor de 0,5 cm cubre la apertura y limita el ingreso de objetos con un tamaño mayor a 2,5 cm (residuos, peces, madera).

El tramo de transición entre la toma y el túnel de baja presión de 28,80 m de longitud, se diseña de manera abocinada de modo que la transición sea gradual. De esta manera, se minimizan las pérdidas de carga locales en la toma. Además, al final de la transición, se dispone de dos ranuras verticales para compuertas deslizantes.

Las compuertas se operarán, desde una plataforma en la superficie en el estribo izquierdo de la presa, mediante grúas ubicadas en la cota 1 160 m s.n.m. Estas compuertas tienen la función de bloquear el ingreso de agua al sistema de conducción previo a las operaciones de vaciado, inspección y mantenimiento del túnel de baja presión.

### 2.2.2.2 Obras de desvío

Para la ejecución de las obras de cabecera, en particular la presa de arco, se requiere la implementación de obras de desvío para realizar las labores de excavación y construcción en un ambiente seco.

El sistema de desvío consta de dos ataguías y un túnel de desvío.

**Ataguías**, se proyecta una ataguía con presa de tierra de 25 m altura, elegida de acuerdo a la disponibilidad de materiales de la zona, así mismo por seguridad se considera una contra-ataguía de 10 m de altura para controlar que el agua retorne hacia la zona de trabajo por remanso.

**El túnel de desvío** tiene una longitud máxima de 380 m, para desviar un caudal de avenida de 200 m<sup>3</sup>/s correspondiente a un caudal de avenida con un periodo de retorno de 20 años. La sección hidráulica del túnel se seleccionó con base a un criterio de estabilidad geotécnica y consiste en una sección tipo baúl de 10m de ancho y 10m de alto.

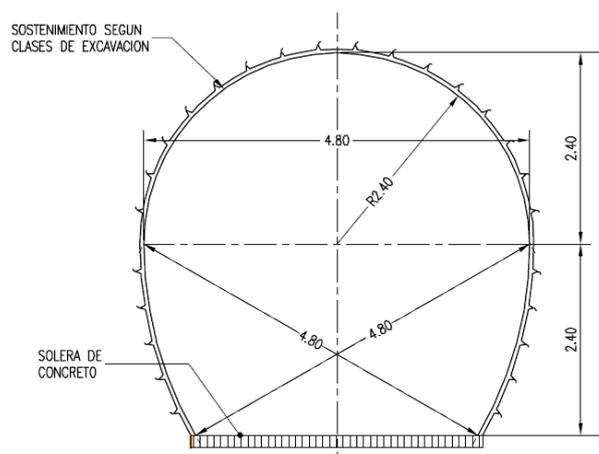
Con el propósito de mejorar la capacidad hidráulica, esta se proyectará en sección plana para tener un mejor manejo de sedimentos en comparación a una solera curva, porque produce menor desgaste del hormigón.

### 2.2.2.3 Túnel de conducción

El sistema de conducción está compuesto por un túnel a baja presión, con sección tipo herradura, el cual transporta el caudal de diseño. El túnel tendrá 4,80 m de diámetro interno y será revestido con concreto.

El túnel se desarrolla por la margen izquierda del río Chanchamayo con una pendiente negativa de 0,36% a lo largo de toda su longitud. El trazado altimétrico garantiza que el conducto se mantenga siempre presurizado, aun frente a condiciones extremas, cuando el nivel del embalse alcance el mínimo normal de operación y al mismo tiempo se produzca una repentina toma de carga.

Figura 2-3 Sección típica del túnel de conducción de baja presión



Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

En el punto medio del trazado, el túnel se conecta con una ventana lateral por la que se prevé desalojar el material excavado durante la construcción.

El túnel, en su tramo final, se conecta con la chimenea de equilibrio y la tubería de presión respectivamente.

### 2.2.2.4 Ventana de Acceso

La ventana de acceso ingresa por el lado de la quebrada Toro, en dirección Nor-Oeste con una pendiente de 15% y conectar al túnel en la progresiva 4+254, el túnel de acceso es de sección tipo baúl o bóveda con 5,0 m de ancho de base, tiene una longitud de 1 200 m.

### 2.2.2.5 Chimenea de equilibrio

La chimenea de equilibrio tiene como objeto proteger el sistema de carga contra las fluctuaciones de presión originadas por las maniobras de apertura o cierre de las turbinas. Adicionalmente, contribuye a la estabilidad de generación hidroeléctrica de la central.

Está formada por un pozo vertical blindado con un diámetro interno de 12,00 m que va desde la superficie hasta el túnel de carga, aproximadamente 113,00 m de profundidad. La chimenea se conecta con el túnel de carga mediante un tramo vertical de 5,00 m de diámetro y 20,00 m de longitud aproximadamente. La transición entre la cámara de oscilación de la chimenea y el pozo vertical es repentina, es decir, al final del pozo vertical la sección cambia inmediatamente de 5,00 m a 12,00 m de diámetro.

La chimenea se diseña de tal manera que garantice el amortiguamiento de las fluctuaciones de presión durante las maniobras de regulación de la central.

#### 2.2.2.6 *Cámara de válvula*

Al final del túnel de baja presión (después de la chimenea de equilibrio), se ubicará un sistema de compuertas para las dos tuberías forzadas y además un sistema de cámara de válvula equipada con una válvula mariposa de 2,5 m de diámetro al final de la tubería forzada. La función de esta válvula de emergencia es permitir un cierre rápido en caso lo amerite. De esta manera se evitará el flujo de agua sobre la ladera encima de la casa de máquinas con consecuentes inestabilidades y deslizamientos.

#### 2.2.2.7 *Tubería de conducción a presión*

El sistema de presión consiste en dos tramos paralelos de tubería forzada de acero sobre la superficie del terreno, desde el túnel de carga hasta la casa de máquinas. Cada uno de los dos tramos de tubería se conecta directamente con las turbinas instaladas en la casa de máquinas.

Tiene un diámetro interno de 2,50 m se dimensiona de tal manera que al conducir el caudal de diseño las velocidades se mantengan por debajo de 5,60 m/s.

En el diseño del trazado horizontal y altimétrico de la tubería se trata de minimizar los cambios de orientación y de pendientes, de modo que se limiten al máximo las pérdidas locales de carga. Al mismo tiempo, se busca que los volúmenes de excavación y relleno, de la pista sobre la que se va a colocar la tubería, sean los mínimos posibles.

#### 2.2.2.8 *Casa de máquinas y canal descarga*

La casa de máquinas se encuentra en superficie y alberga dos turbinas tipo Pelton de eje vertical, con el eje ubicado en la cota 715 m s.n.m. El sistema de descarga de la central, está conformado por un canal de descarga y la estructura de reposición de las aguas turbinadas al río Chanchamayo. El canal de descarga tendrá una pendiente de 0,5% que va desde la casa de máquinas hasta el río Chanchamayo donde descarga las aguas turbinadas en la cota 712 m s.n.m. La sección será rectangular en toda su longitud con 8,00 m de ancho y 5,00 m alto.

#### 2.2.2.9 *Subestación Garibaldi*

La subestación de salida es un sistema tipo GIS (Gas Insulated Switchgear), que se encuentra dentro de la casa de máquinas en el tercer nivel por encima de los transformadores, para su conexión a la línea de transmisión será mediante un sistema de pórticos ubicado en las afueras de la estructura de casa de máquinas.

#### 2.2.2.10 *Ampliación de la Subestación Nueva Yanango*

La S.E. Nueva Yanango será una subestación al exterior con aislamiento en aire (AIS) y de doble barra. Se ampliará un paño del sistema de barras para la llegada de la L.T 220 kV desde la C.H. Garibaldi, en una zona adyacente a las instalaciones existentes. La cual incluye el equipamiento de patio de llaves, pórticos, sistemas de control, protección y medición, equipos de servicios auxiliares y el equipamiento e infraestructura necesarios para su integración a la subestación de acuerdo a las normas vigentes y a los requerimientos técnicos del operador de la subestación.

#### 2.2.2.11 *Línea de transmisión 220 kV S.E Garibaldi – S.E Nueva Yanango*

El trazo de ruta se inicia en la S.E. de salida de la C.H. Garibaldi (720 m s.n.m) y llega hasta la S.E. Nueva Yanango (1 465 m s.n.m) ubicada en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Para efectos de diseño mecánico se aplicarán los requerimientos establecidos por el Código Nacional de Electricidad.

### ► Equipamiento

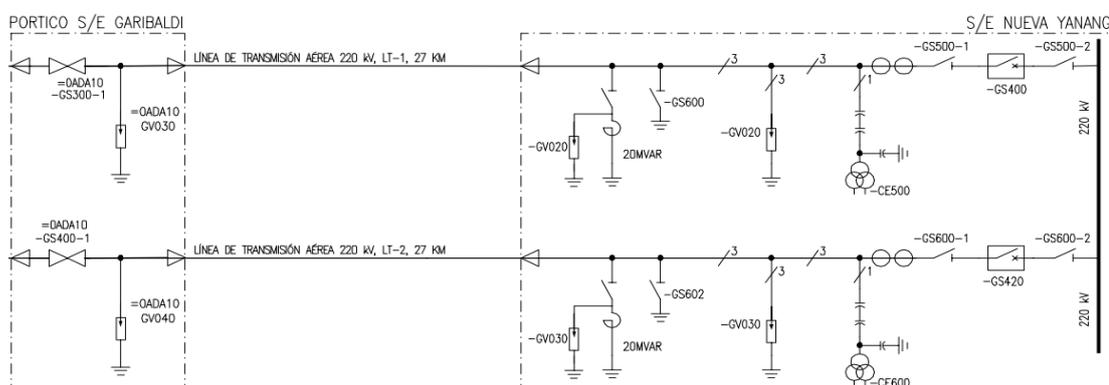
Las barras de conexión del generador con el transformador principal y con las celdas de media tensión serán del tipo de fase aislada (IPB). Los ductos, en donde estarán instaladas las barras serán de ensamble modular, fabricado con acero al carbono de 5 mm de espesor como mínimo, resistentes a la corrosión; con un nivel de aislamiento de 125 kVp - BIL. Las conexiones entre secciones, a lo largo del recorrido serán efectuadas mediante pernos. Los ductos y barras serán adecuados para transportar 6 000 A como mínimo en forma continua, y con un diseño apropiado para disipar la mayor cantidad posible de calor.

El sistema de 13,8kV comprenderá todos los elementos destinados a transportar la energía desde el generador hasta el transformador trifásico (13,8 / 220 kV), así como para proveer la alimentación al sistema de excitación y a los servicios auxiliares de corriente alterna.

A partir de los transformadores de servicios auxiliares, banco de baterías, inversores y cargador de baterías, se realizará el sistema de distribución de corriente alterna, servicios esenciales y corriente continua.

### ► Esquema Unifilar

Figura 2-4 Esquema unifilar



Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los vértices de las estructuras de la Línea de Transmisión 220 kV S.E. Garibaldi – S.E. Nueva Yanango.

Tabla 2.2 Ubicación de los vértices de la Línea de Transmisión 220 kV S.E. Garibaldi – S.E. Nueva Yanango

VERTICE	COORDENADAS UTM WGS-84 18S	
	ESTE	NORTE
S.E. Garibaldi	465 433, 40	8 781 840, 43
PI-1	465 448, 43	8 781 833, 02
PI-2	464 858, 17	8 780 711, 77
PI-3	462 543, 86	8 777 185, 73
PI-4	462 396, 72	8 772 815, 94
PI-5	460 230, 87	8 771 450, 46
PI-6	458 354, 36	8 770 144, 76
PI-7	454 374, 61	8 767 858, 71
PI-8	453 377, 94	8 766 974, 65
PI-9	452 477, 06	8 766 136, 06
PI-10	451 018, 20	8 765 350, 33
Ampliación S.E. Nueva Yanango	449 131, 54	8 763 232, 19

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de las estructuras de la Línea de Transmisión 220 kV S.E. Garibaldi – S.E. Nueva Yanango.

Tabla 2.3 Ubicación de las estructuras de la Línea de Transmisión 220 kV  
S.E. Garibaldi – S.E. Nueva Yanango

ESTRUCTURAS	COORDENADAS UTM WGS-84 18S	
	ESTE	NORTE
PVI-1	465 448, 43	8 781 833, 03
PVI-2	465 318, 62	8 781 586, 45
PVI-3	465 223, 24	8 781 405, 26
PVI-4	46 4990, 44	8 780 963, 03
PVI-5	464 858, 17	8 780 711, 77
PVI-6	464 757, 77	8 780 558, 81
PVI-7	464 487, 69	8 780 147, 32
PVI-8	464 300, 61	8 779 862, 29
PVI-9	464 185, 55	8 779 686, 98
PVI-10	463 918, 53	8 779 280, 15
PVI-11	463 805, 54	8 779 108, 00
PVI-12	463 731, 40	8 778 995, 04
PVI-13	463 624, 98	8 778 832, 90
PVI-14	463 114, 75	8 778 055, 52
PVI-15	462 543, 86	8 777 185, 73
PVI-16	462 510, 95	8 776 208, 39
PVI-17	462 496, 04	8 775 765, 70
PVI-18	462 456, 93	8 774 604, 21
PVI-19	462 439, 66	8 774 091, 38
PVI-20	462 421, 21	8 773 543, 41
PVI-21	462 406, 06	8 773 093, 35
PVI-22	462 396, 72	8 772 815, 94
PVI-23	461 993, 57	8 772 561, 77
PVI-24	461 321, 94	8 772 138, 33
PVI-25	460 610, 67	8 771 689, 91
PVI-26	460 229, 86	8 771 449, 75
PVI-27	460 032, 70	8 771 312, 56
PVI-28	459 766, 45	8 771 127, 30
PVI-29	459 356, 76	8 770 842, 24
PVI-30	458 945, 60	8 770 556, 15
PVI-31	458 354, 37	8 770 144, 77
PVI-32	458 112, 61	8 770 005, 89
PVI-33	457 657, 74	8 769 744, 61
PVI-34	457 301, 40	8 769 539, 92
PVI-35	457 146, 68	8 769 451, 04
PVI-36	456 954, 16	8 769 340, 46
PVI-37	456 683, 10	8 769 184, 75
PVI-38	456 228, 95	8 768 923, 88
PVI-39	455 944, 01	8 768 760, 20
PVI-40	455 453, 14	8 768 478, 24
PVI-41	454 831, 70	8 768 121, 27
PVI-42	454 374, 61	8 767 858, 70
PVI-43	454 205, 52	8 767 708, 72
PVI-44	454 063, 54	8 767 582, 78
PVI-45	453 760, 03	8 767 313, 57
PVI-46	453 377, 94	8 766 974, 65
PVI-47	452 750, 02	8 766 390, 15
PVI-48	452 477, 06	8 766 136, 06
PVI-49	452 194, 29	8 765 983, 76
PVI-50	451 791, 73	8 765 766, 95
PVI-51	451 368, 77	8 765 539, 15
PVI-52	451 018, 19	8 765 350, 33
PVI-53	450 281, 65	8 764 523, 41
PVI-54	449 745, 84	8 763 921, 86

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

## 2.2.3 Componentes auxiliares

El Proyecto contempla la instalación de tres (03) canteras y dos (02) plantas chancadora y de concreto, cinco (05) depósitos de materiales excedentes, dos (02) campamentos con almacén, y dos (02) polvorines, cuyas características se detallan a continuación:

### 2.2.3.1 Canteras

Las canteras están ubicadas estratégicamente más próximas a las zonas de mayor requerimiento del material, para fines del Proyecto se ha concebido tres zonas potenciales, entre ellas río Blanco con mayor disponibilidad de material y que abastecerá a los frentes de la casa de máquinas, tubería de presión, chimenea de equilibrio y parte del túnel de conducción, mientras que Nueva Italia y Lourdes cuentan con menor disponibilidad pero suficientes para aportar a los frentes de las obras de cabecera (presa, obras de desvío, toma y la conducción).

Tabla 2.4 Caracterización de las canteras

COMPONENTES	COORDENADAS (UTM WGS84 18S)		ÁREA (m <sup>2</sup> )	CANTIDAD DE PROCESO (m <sup>3</sup> )
	ESTE	NORTE		
Cantera Lourdes	456 912,43	8 773 477,91	17 100	30 000,00
Cantera Nueva Italia	454 236,10	8 784 743,93	5 400	7 500,00
Cantera río Blanco	465 539,53	8 782 183,81	118 500	50 000,00

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.2.3.2 Planta chancadora y de concreto

Considerando el mayor requerimiento, accesibilidad, disponibilidad de material y otros componentes, la disposición de la planta de concreto mayor estará muy próxima al eje de la presa Garibaldi. El de menor tamaño estará próximo al portal de salida del túnel de conducción.

Tabla 2.5 Caracterización de las plantas chancadoras y de concreto

COMPONENTES	COORDENADAS (UTM WGS84 18S)		ÁREA (m <sup>2</sup> )
	ESTE	NORTE	
Planta chancadora y de concreto Garibaldi	454 898,95	8 782 376,12	2 000,00
Planta chancadora y de concreto Limonpata	462 252,24	8 781 706,20	1 000,00

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.2.3.3 Depósitos de Materiales Excedentes (DMEs)

Los materiales excedentes que se generen por el movimiento de tierra serán dispuestos en cinco (05) depósitos proyectados para disponer los materiales excedentes.

Tabla 2.6 Depósitos de materiales excedentes

DEPÓSITOS DE MATERIALES EXCEDENTES	COORDENADAS (UTM WGS84 18S)		ÁREA (m <sup>2</sup> )	Capacidad* (m <sup>3</sup> )
	ESTE	NORTE		
Monterrico Norte	455 171,85	8 780 286,43	31 300	40 000,00
Monterrico Sur	455 214,74	8 779 956,02	41 000	50 000,00
Palmapampa	460 252,52	8 779 976,70	230 200	150 000,00
Limonpata Norte	462 107,94	8 781 885,54	73 500	65 000,00
Limonpata Sur	462 904,33	8 781 354,62	57 900	60 000,00

\*Capacidad volumétrica máxima para depósito de material excedente

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Se estima un volumen total de aproximadamente 323 894,00 m<sup>3</sup> de material a ser extraído de las excavaciones en las obras de cabecera, túnel de conducción y ventana de acceso, chimenea de equilibrio, tubería de conducción y forzada, casa de máquinas y obras de acceso. El material excedente será dispuesto en los DME, y si hubiera suelos contaminados con materiales o sustancias peligrosas estos serán trasladados a los rellenos autorizados para su disposición final por una EPS-RS. En la siguiente tabla, se presenta el detalle del volumen de las excavaciones.

Tabla 2.7 Volumen de excavaciones

COMPONENTES	ROCA FIJA (m3)	ROCA SUELTA (m3)	MATERIAL COMUN (m3)
Presa	40 000,00	5 000,00	11 000,00
Bocatoma	144,00	360,00	450,00
Obras de derivación	3 500,00	150,00	500,00
Sistema de conducción	170 000,00	75 000,00	-
Chimenea de equilibrio	-	6 840,00	1 250,00
Cámara de válvula	-	300,00	300,00
Tubería de conducción a presión	-	750,00	1 500,00
Casa de máquinas / Canal de descarga	-	750,00	5 500,00
Subestación	-	-	600 00
<b>Total</b>	<b>213 644,00</b>	<b>89 150,00</b>	<b>21 100,00</b>

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

#### 2.2.3.4 Campamento

Las infraestructuras con las que contarán el campamento serán oficinas, cuarteles para empleados, cuarteles para obreros, cocina, comedores, sala de reuniones, sala de primeros auxilios, lavandería, áreas de recreación, multicanchas, planta de tratamiento y potabilización de agua, sistema biodigestor y pozo percolador de aguas residuales, caseta de control, vías de circulación peatonal y vehicular, almacenes (incluyendo almacén de residuos sólidos) y patio de máquinas. Los campamentos tendrán una capacidad para albergar 1 000 personas.

Una vez concluida la construcción, se adecuarán los campamentos para funcionar con un personal mínimo (20 personas en total) y como almacén de equipos durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, por lo tanto se retirarán las instalaciones excedentes en ambos campamentos.

Durante la etapa de abandono, dichos campamentos serán habilitados para la recepción del personal que participará en esta etapa, se prevé que en total participarán 100 personas en un periodo de máxima demanda de mano de obra, una vez culminado los trabajos de restauración en todos los componentes de la Central Hidroeléctrica, se retirarán todas las estructuras del campamento e iniciar el proceso de reforestación en dichas áreas expuestas.

Tabla 2.8 Campamentos permanentes

CAMPAMENTO	COORDENADAS (UTM WGS84 18S)		ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERMANENCIA
	ESTE	NORTE		
Campamento 1	455 088,33	8 782 078,17	22 800	Permanente
Campamento 2	465 450,03	8 781 701,38	10 100	Permanente

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.2.3.5 Polvorín

Se ha considerado la instalación de dos (02) áreas para polvorines, uno en las cercanías a las obras de captación y otra en la zona de la ventana de acceso, cuyas coordenadas de ubicación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.9 Ubicación de los polvorines

CAMPAMENTO	COORDENADAS (UTM WGS84 18S)		ÁREA (m <sup>2</sup> )
	ESTE	NORTE	
Polvorín 1	454 967,06	8 781 469,56	15 000,00
Polvorín 2	459 778,93	8 780 382,93	15 000,00

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.2.3.6 Caminos de acceso

Los frentes de trabajo de la ventana de acceso, el portal de la salida del túnel, la línea de conducción de la tubería forzada y la línea de transmisión requerirán de la construcción de nuevos accesos que se conectarán a los accesos existentes.

Tabla 2.10 Accesos existentes en el área del Proyecto

ACCESOS PROYECTADOS	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 - 18SUR)		LONGITUD m
	ESTE	NORTE	
Acceso existente A	Inicio: 454 894,04	8 782 432,87	6 695,04
	Fin: 455 413,00	8 777 764,00	
Acceso existente B	Inicio: 465 593,28	8 782 852,59	9 050,84
	Fin: 462 052,16	8 781 130,97	
Acceso existente C	Inicio: 459 810,00	8 781 098,00	9 980,52
	Fin: 463 228,64	8 777 290,72	

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Tabla 2.11 Accesos proyectados para la central hidroeléctrica

ACCESOS PROYECTADOS	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 - 18SUR)		LONGITUD m	PERMANENCIA
	ESTE	NORTE		
Acceso proyectado 1	Inicio: 460 224,15	8 780 235,92	1 052,61	Permanente
	Fin: 459 818,19	8 780 528,64		
Acceso proyectado 2	Inicio: 462 268,64	8 782 049,78	873,62	Permanente
	Fin: 462 837,93	8 781 531,68		

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Tabla 2.12 Accesos proyectados para la línea de transmisión

ACCESOS PROYECTADOS	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 - 18SUR)		LONGITUD m	PERMANENCIA
	ESTE	NORTE		
Acceso proyectado LT1	Inicio: 464 914,05	8 780 214,41	681,67	Temporal
	Fin: 464 809,10	8 780 618,56		
Acceso proyectado LT2	Inicio: 464 734,29	8 779 392,90	750,38	Temporal
	Fin: 464 108,17	8 779 556,34		

ACCESOS PROYECTADOS	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 - 18SUR)		LONGITUD m	PERMANENCIA
	ESTE	NORTE		
Acceso proyectado LT3	Inicio: 464 670,85	8 778 070,17	1 527,22	Temporal
	Fin: 463 281,00	8 778 308,97		
Acceso proyectado LT4	Inicio: 454 435,00	8 768 043,00	1 719,00	Temporal
	Fin: 454 365,08	8 767 671,14		
Acceso proyectado LT5	Inicio: 454 308,26	8 767 903,15	252,60	Temporal
	Fin: 453 322,20	8 766 930,16		
Acceso proyectado LT6	Inicio: 450 984,04	8 764 745,54	2 530,27	Temporal
	Fin: 452 322,52	8 766 035,20		

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

## 2.3 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo al Anexo VI del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Impacto Ambiental, se detallan las actividades del Proyecto, para las etapas de planificación, construcción, operación y abandono.

### 2.3.1 Etapa de planificación

La etapa de planificación consiste en la implementación preliminar a las actividades de construcción propiamente del Proyecto, que comprenden principalmente actividades administrativas y técnicas de gabinete; y otras de logística principalmente relacionadas a la organización de brigadas de trabajo, programación de uso de maquinarias y adquisición de suministros.

Así, en esta etapa se habrá culminado i) el desarrollo del estudio de ingeniería definitiva, ii) la tramitación de permisos y licencias con las autoridades sectoriales y gobiernos locales y iii) la gestión de adquisición de predios y servidumbre de las áreas que ocupará el Proyecto.

### 2.3.2 Etapa de construcción

Para esta etapa se detallan las actividades a desarrollar como parte del proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi 202 MW.

#### 2.3.2.1 Actividades generales

Como actividades generales del Proyecto en la etapa constructiva, se consideran las siguientes actividades:

1. Desbroce y limpieza del terreno
2. Excavaciones del terreno
3. Nivelación, compactación y estabilización de terreno
4. Instalación de componentes auxiliares
5. Excavaciones subterráneas (voladuras)
6. Desvío del río Ulcumayo
7. Armado de cimentaciones, encofrado y vaciado de concreto

8. Transporte de personal, equipo, materiales, etc.
9. Montaje mecánico eléctrico
10. Manejo de residuos sólidos y líquidos
11. Operación de canteras
12. Disposición de materiales excedentes
13. Operación de campamentos
14. Almacenamiento de equipo y materiales de construcción en almacenes
15. Mantenimiento de equipos y maquinarias en el patio de máquinas
16. Desmantelamiento de componentes auxiliares
17. Restauración de áreas abandonadas

En la siguiente tabla se muestra las actividades del proyecto relacionado con los componentes del Proyecto:

Tabla 2.13 Actividades a desarrollar durante la etapa constructiva

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
<p><b>1. Desbroce y limpieza del terreno:</b> consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán los componentes del Proyecto y las zonas o fajas laterales, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, matorral, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros, entre otros residuos sólidos, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.</p>	<p>Obras de captación Obras de desvío Túnel de conducción Ventana de acceso Chimenea de equilibrio Cámaras de válvula Tubería de conducción a presión Casa de máquinas y canal descarga Subestación Garibaldi Línea de transmisión Ampliación Subestación Nueva Yanango Canteras Plantas chancadoras y de concreto Depósitos de Materiales Excedentes Campamentos Polvorín Accesos proyectados</p>
<p><b>2. Excavación del terreno:</b> es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en forma mecánica con excavadoras. Incluye las actividades de corte.</p>	<p>Campamento (almacenes, patio de máquinas, etc.) Canteras Plantas chancadoras y de concreto. Depósitos de materiales excedentes Polvorín</p>
<p><b>3. Nivelación, compactación y estabilización del terreno:</b> actividad siguiente a las actividades de excavaciones superficiales, se rellenará la superficie del terreno con un material adecuado, luego se procederá a la compactación. La última capa compactada debe ser nivelada hasta una altura necesaria para recibir el concreto o las cimentaciones.</p>	<p>Túnel de conducción Ventana de acceso Chimenea de equilibrio Cámara de válvula</p>
<p><b>4. Instalación de componentes auxiliares:</b> se colocarán las paredes y techos pre fabricadas del campamento, incluyendo la implementación de las áreas de alojamiento, comedor, cocina, lavandería, oficinas, servicios higiénicos, tópicos, almacenes, patio de máquinas, etc. En la cantera, se armará la chancadora, zaranda y concretera.</p>	<p>Obras de captación Obras de desvío</p>
<p><b>5. Excavaciones subterráneas (voladuras):</b> es la excavación subterránea realizada con método tradicional, usando voladura y excavación.</p>	
<p><b>6. Desvío del río Ulcumayo:</b> Para la construcción de la presa, una ataguía de 25 m de altura aguas arriba de la futura presa bloqueará el cauce del río y el agua será desviada mediante un túnel excavado en la margen derecha del río Ulcumayo. Adicionalmente se implementará una contra-ataguía con una altura de 10 m.</p>	

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
<p>7. <b>Armado de cimentaciones, encofrado y vaciado de concreto:</b> se realizarán actividades de herraje, cerrajería y albañilería, para formar las bases que sustentarán al componente del Proyecto que evitarán su agrietado, hundimiento, inclinación o colapso. En el encofrado se colocará el armazón formado por un conjunto de planchas metálicas o de madera convenientemente dispuesta para recibir el hormigón o concreto que, al endurecerse, formará las paredes de los componentes construidos con este material. El vaciado de concreto se realizará mediante mezcladoras.</p>	<p>Obras de captación            Obras de desvío            Túnel de conducción            Chimenea de equilibrio            Cámara de válvula            Tubería de conducción a presión            Casa de máquinas y canal descarga            Subestación Garibaldi            Ampliación Subestación Nueva Yanango            Línea de transmisión            Campamentos</p>
<p>8. <b>Transporte de personal, equipo, materiales, etc.:</b> relacionado al tránsito vehicular de maquinaria pesada y vehículos livianos.</p>	<p>Accesos existentes            Accesos proyectados</p>
<p>9. <b>Montaje mecánico eléctrico:</b> consiste en el armado e instalación de las compuertas, rejas, cables eléctricos, pórticos, turbinas, válvulas, puente grúa, tuberías, etc. que forman parte de algunos componentes del proyecto. Incluye los acabados (pintado de superficie, lubricado, pulido, etc.).</p> <p>Para el caso de la línea de transmisión se consideran específicamente las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Montaje de estructuras electromecánicas de la línea que incluye el montaje de los postes y el tendido del cable conductor</li> <li>– Prueba y puesta en servicio de la línea de transmisión</li> </ul>	<p>Subestación Garibaldi            Ampliación Subestación Nueva Yanango            Línea de transmisión            Accesos proyectados a la línea de transmisión</p>
<p>10. <b>Manejo de residuos sólidos y líquidos:</b> en todos los frentes de trabajo relacionado con la construcción de los componentes del Proyecto generaría residuos sólidos y líquidos o efluentes. Estos residuos serán almacenados y posteriormente dispuestos por una Empresa Prestadora de Residuos Sólidos (EPS-RS) autorizada por la DIGESA.</p>	<p>Todos los componentes</p>
<p>11. <b>Operación de canteras:</b> el material de agregados acarreado será triturado y cribado de acuerdo al diámetro de agregados requeridos. Se incluye la preparación de concreto.</p>	<p>Canteras</p>
<p>12. <b>Disposición de materiales excedentes:</b> comprende la eliminación de todo el material generado como producto de las excavaciones, salvo que éste haya sido aprobado por la Supervisión para que sea utilizado en las labores de relleno o de elaboración de la estructura del pavimento, y demoliciones de aquellas construcciones que se encuentran en el área del terreno destinado a la construcción del Proyecto.</p>	<p>Depósitos de materiales excedentes</p>
<p>13. <b>Operación de campamentos:</b> incluye las actividades de lavandería, preparación de alimentos, descanso, alimentación, uso de servicios higiénicos, almacenamiento de residuos sólidos y líquidos, etc.</p>	<p>Campamentos</p>
<p>14. <b>Almacenamiento de equipo y materiales de construcción en almacenes:</b> aquí se guardará los insumos, materiales y equipos utilizados para la construcción, y se llevará a cabo un inventario de salida, entrada y stock de tales elementos. Esto se realizará en un área específica del campamento, pero alejado de las áreas comunes.</p>	<p>Campamentos (almacenes, patio de máquinas, etc.)</p>
<p>15. <b>Mantenimiento de equipos y maquinarias en patio de máquinas:</b> Esto se realizará en un área específica del campamento (en el patio de máquinas) y alejado a las áreas comunes. Se realizará las</p>	<p>Campamento: Patio de máquinas</p>

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
revisiones técnicas, reparaciones, recambios, cambio de lubricantes, abastecimiento de combustible de los vehículos y equipos motorizados y eléctricos, incluyendo la maquinaria pesada.	
16. <b>Desmantelamiento de componentes auxiliares:</b> Se realizará la demolición total de los pisos, paredes, techos o cualquier otra construcción temporal, así como el desmontaje y retiro de la trituradora, zaranda y concretera. Las áreas desmanteladas quedarán limpias de todo tipo de residuos, así como el sellado de las estructuras sanitarias.	Canteras Plantas chancadoras y de concreto Campamentos Polvorín
17. <b>Restauración de áreas abandonadas:</b> se escarificará el suelo, el terreno se readecuará a la morfología natural circundante, de ser necesario, se remediará o retirará el suelo contaminado, se enmendará el suelo y se cultivarán especies propias de la zona.	Depósitos de Materiales Excedentes Canteras Planta chancadora y de concreto Campamentos Polvorín

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.2.2 Vías de acceso

El área de Proyecto cuenta con buena accesibilidad desde la capital, una de las vías principales es la Carretera Central hasta La Oroya, luego la ruta hacia la selva central Oxapampa. La vía terrestre está en buen estado de conservación, asfaltado en todo el trayecto.

En la siguiente tabla se presenta el recorrido por tramos a través de la Carretera Central.

Tabla 2.14 Rutas de acceso a la zona de proyecto (distancias y tiempos)

TRAMO	DISTANCIA Km	TIEMPO APROXIMADO	ESTADO DE LA VÍA
Lima – La Oroya	185	5 hr 0 min	Asfaltado en buen estado
La Oroya - Tarma	58	1 hr 10 min	Asfaltado en buen estado
Tarma – San Ramón	63	1 hr 20 min	Asfaltado en buen estado
San Ramón – La Merced	12	15 min	Asfaltado en buen estado
<b>TOTAL</b>	<b>318</b>	<b>7 hr 45 min</b>	

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Asimismo, si la ruta de la Carretera Central (Lima – La Oroya) estuviese bloqueada, existen rutas alternas para llegar a la zona de proyecto, sin embargo, esta ruta no está asfaltada.

- ▶ Lima – Huaral – Carhuacayan – Tarma (320 km – 6 Hrs 15 min)
- ▶ Lima – Canta – Carhuacayan – Tarma (300 km – 6 Hrs)

La ruta aérea más próxima al área de proyecto es la ruta Lima – Jauja (50 min) mediante la línea LC Perú, luego continuar vía terrestre hasta San Ramón 120 km (1 hrs 45min).

Para acceder al área del proyecto, desde La Merced se continúa por una trocha carrozable de 24 Km. atravesando el puente Victoria y Lourdes hasta el poblado de Nueva Italia.

La trocha carrozable también es utilizada para acceder al Santuario Nacional Pampa Hermosa. El final de la trocha está ubicado aproximadamente a 2 km del Lodge Pampa Hermosa, desde donde se accede a pie al Santuario, por algunas trochas no carrozables.

### 2.3.2.3 Materias primas e insumos

#### Insumos químicos

Se tiene previsto utilizar durante la construcción del Proyecto, entre otros, los siguientes insumos químicos:

- Aditivo endurecedor
- Bitumen negro
- Cemento portland
- Humo sílice
- Imprimante aplicación elastomérico de poliuretano
- Pegamento para PVC
- Pintura acrílica
- Relleno adhesivo
- Resina epóxica lenta
- Resina epóxica rápida
- Rod espuma de polyolefina
- Sigit en polvo
- Soldadura
- Soldadura cellocord.

### 2.3.2.4 Áreas para la instalación de los componentes del Proyecto

En la siguiente tabla se presentan las áreas a ser ocupadas por los componentes del Proyecto.

Tabla 2.15 Áreas ocupadas por los componentes del proyecto en la etapa constructiva

COMPONENTES PRINCIPALES	ÁREA TOTAL (m2)	LONGITUD (m)	COMPONENTES AUXILIARES	ÁREA TOTAL (m2)	LONGITUD (m)
Obras de cabecera (toma y obras de desvío)	22 400,00	788,96	Canteras	141 000,00	-
Túnel de conducción	-	8 199,25	Plantas de concreto	3 000,00	-
Ventana de acceso	-	1 222,52	Depósitos de material excedente	433 900,00	-
Chimenea de equilibrio	1 000,00	-	Campamentos	32 900,00	-
Cámaras de válvula 1 y 2	200,00	430,34	Accesos	-	35 113,77
Tubería de conducción a presión	29 200,00	2 650,75	<b>TOTAL</b>	<b>610 800,00</b>	<b>35 113,77</b>
Casa de máquinas y canal descarga	3 500,00	347,46			
Subestación Garibaldi	100,00	-			
Línea de transmisión (servidumbre)	658 900,00	26 366,55			
Ampliación S.E. Nueva Yanango	200,00	-			
<b>TOTAL</b>	<b>715 550,00</b>	<b>40 005,83</b>			

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.3.2.5 Servicios para el Proyecto

#### ► Consumo y fuente de agua

##### Agua Industrial

Se ha previsto utilizar agua de los ríos Ulcumayo y Chanchamayo y de la quebrada Río Blanco mediante sistema de bombeo a los tanques de almacenamiento en los diferentes frentes de obra. En la siguiente tabla se muestra el volumen de agua a utilizar y los puntos de captación en cada una de las fuentes de agua superficiales.

Tabla 2.16 Cantidad de agua a utilizar y puntos de captación

FUENTE	UBICACIÓN (Coordenadas UTM WGS 84 - 18SUR)		VOLUMEN DE AGUA (m <sup>3</sup> /año)
	ESTE	NORTE	
<b>Río Ulcumayo</b>			
- Obras de captación, túnel de conducción y campamento	454 634,51	8 782 496,03	250,000
<b>Qda. Río Blanco</b>			
- Túnel de conducción, chimenea de equilibrio y tubería forzada y campamento	465 608,98	8 782 004,69	45,000
<b>Río Chanchamayo</b>			
- Casa de Máquinas y tubería forzada	465 608,98	8 782 004,69	20,000
<b>TOTAL</b>			<b>315,000</b>

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### Agua para consumo doméstico

Las fuentes de agua para consumo doméstico en los campamentos serán tomadas de las quebradas aledañas, para el caso del Campamento 1 las coordenadas del punto de captación sería 454823.25 m E, 8782688.93 m S, mientras que para el campamento 2 será del mismo punto captado para uso industrial, será conducido mediante tubería hasta la cisterna o tanque del campamento para su almacenamiento y distribución.

#### ► Suministro eléctrico

La electricidad requerida para el Proyecto será obtenida mediante generadores eléctricos a diésel.

#### ► Suministro de combustible

El abastecimiento de combustible estará a cargo del Contratista, el cual será responsable de suministrar el combustible a sus vehículos y equipos. De preferencia no se realizará el reabastecimiento de combustible en los frentes de trabajo, esto se realizará en el patio de máquinas, además el mantenimiento, como lubricación y cambio de aceite, se realizarán en esta instalación.

### 2.3.2.6 Efluentes y/o residuos líquidos

El tipo de residuos líquidos producidos serán de origen sanitario, principalmente en los frentes de trabajo y en los campamentos.

Considerando que, la generación diaria de efluentes de origen sanitario por persona es aproximadamente 22 litros diarios (Pöpel, 1991), para un total de 2 500 trabajadores en el periodo de mayor demanda de la etapa constructiva, se prevé un total de 1'650 000,00 litros de residuos líquidos mensuales. Y para el caso de los efluentes líquidos en el campamento se estima que es aproximadamente 78 litros diarios por persona (Pöpel, 1991), lo que haría un total de 5'850,000 litros mensuales.

Tabla 2.17 Estimado de generación de residuos líquidos durante la etapa de construcción

RESIDUO LIQUIDO	VOLUMEN MENSUAL (L)	DISPOSICIÓN
Residuos líquidos domésticos de origen sanitario	1'650,000	Baños portátiles, disposición final a cargo de una EPS-RS
Efluentes del campamento	5'850,000	Biodigestores

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.2.7 Residuos sólidos

Los residuos sólidos son las sustancias, materiales y productos no peligrosos o peligrosos, que la empresa Titular y/o la empresa Contratista, de acuerdo a lo establecido en la normativa legal vigente (Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314) o como prevención ante los riesgos de afectación a la salud y al ambiente, deben disponer adecuadamente desde su generación hasta su transporte por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos autorizada por DIGESA, para su disposición final.

Los residuos sólidos generados en la construcción del Proyecto estarán conformados principalmente por residuos de concreto, madera, restos de ferretería, tales como cables, alambres, chatarrería, además de residuos orgánicos y envases varios (PVC, tecnopor, bolsas, botellas plásticas, baldes de pintura y botellas de vidrio).

La generación de estos residuos, en la etapa de construcción, está asociado principalmente a las actividades de almacenamiento y mantenimiento de equipos y maquinarias, excavaciones, cimentaciones, levantamiento de estructuras, instalaciones, limpieza de las áreas de trabajo y actividades en el campamento Para su manejo, los residuos serán previamente clasificados en los siguientes tipos:

- ▶ **Residuos Sólidos Peligrosos**, representan un riesgo para la salud o el ambiente, tienen características explosivos, corrosivos, tóxicos, radiactivos o patogénicos. Debe ser dispuesto por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos autorizada por DIGESA.
- ▶ **Residuos Sólidos No peligrosos**, no representan un riesgo para la salud o el ambiente
- ▶ **Residuos domésticos**, son generados en actividades domésticas como restos de alimentos, botellas, embalajes, restos de productos de aseo personal y otros.

Tabla 2.18 Estimación de residuos sólidos generados en la etapa de construcción del Proyecto

RESIDUO	DESCRIPCION	CANTIDAD (kg/mes)
<b>NO PELIGROSO</b>		
Construcción	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b> Restos de concreto, metal, abrazaderas de hierro, electrodos, encendedores, tubos, válvulas, conectores, restos de guantes, piedras, etc.	2 000,00
Biodegradables	<b>RESIDUOS DOMÉSTICOS</b> Restos de frutas, verduras, raciones de comida, aceites de origen vegetal alimenticio, etc.	25 163,00
No Biodegradables	<b>RESIDUOS DE ENVASES, TPAOS DE LIMPIEZA</b> Recipientes de vidrios, plástico, latas, etc. <b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b> Hormigón, madera, plástico, metales y aleaciones, otros residuos de construcción y demolición, incluida la tierra excavada de zonas contaminadas. <b>RESIDUOS DOMÉSTICOS</b> Sobres, papel, etc.	20 588,00
<b>PELIGROSOS</b>		
Construcción	<b>ENVASES; TPAOS DE LIMPIEZA</b> Con residuos de hidrocarburos, pinturas, mezclas de concreto, etc. <b>OTROS RESIDUOS</b> Como pilas y acumuladores, residuos de la limpieza y mantenimiento de maquinarias y equipos <b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b> Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla, otros productos alquitranados; tierra excavada de zonas contaminadas, materiales de construcción con amianto	500,00
Médicos	<b>RESIDUOS MÉDICOS</b> Residuos medicinales y productos farmacéuticos de atención por heridas punzo cortantes.	50
<b>TOTAL</b>		<b>48 301,00</b>

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

Nota: La estimación de los valores de la cantidad de residuos solidos generados por persona/día fueron realizados considerando la metodología de la OMS y del MINAM que dan valores de generación de residuos sólidos por una persona/día de 0.61 kg/día.

### 2.3.2.8 Emisiones atmosféricas

En la siguiente tabla se muestra las emisiones generadas por actividad, tipo de equipo y/o maquinaria utilizada.

Tabla 2.19 Estimado de material particulado generados en la etapa constructiva

ACTIVIDAD	NIVEL ACTIVIDAD (anual)	UNIDAD DE ACTIVIDAD	NIVEL DE ABATIMIENTO (EA)*	FACTOR DE EMISIÓN (FE)	UNIDAD DE FE	EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (kg/año)
Perforación	200,00	Perforación/año	2,4	0,590	kg/perforación	115,168
Escarpe o movimiento de tierra	400,00	Km/año	2,4	5,700	kg/km	2 225,28
Excavaciones	7 600,00	Horas/año	2,4	0,610	kg/hora	4 524,736
Transferencia de material (acarreo)	180,00	Toneladas/año	2,4	0,003	kg/ton	0,52704
Tránsito de vehículos menores a 40 km/h	8 400,00	Km/año	2,4	248,750	g/km	2'039 352
Tránsito de vehículos pesados a 40 km/h	15 500,00	Km/año	2,4	729,750	g/km	11'039 658
Erosión de DME	25,00	Hectárea/año	2,4	57,420	kg/ha	1 401,048
Operación de canteras (incluye faja transportadora, zaranda y chancadora)	35 000,00	Toneladas/año	2,4	0,050	kg/ton	1708
Planta concretera	70 000,00	Toneladas/año	2,4	1,860	kg/ton	127 075,2

\*La estimación de los valores del nivel de abatimiento fueros establecidos bajo criterios del flujo vehicular, el nivel de precipitación y la densidad arbórea del área del proyecto

Fuentes: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana Chile (2012); Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile 2013; Castro & Escobar 2006 y Toro *et al* 2001

Tabla 2.20 Elaboración: Dessau S&Z S.A. Estimado de emisiones generadas en la etapa constructiva.

VEHICULOS O MAQUINARIA DIESEL	NIVEL ACTIVIDAD (anual)	UNIDAD DE ACTIVIDAD	NIVEL DE ABATIMIENTO (EA)	FACTOR DE EMISIÓN (g/km)		EMISIÓN (kg/año)
Vehículos pesados (20 km/h): (Camión concretero, camión volquete, camión cisterna, camión mixer, cargadores frontal, retroexcavadora, rodillos liso vibratorio autopropulsado, jumbo y Tractor 270-295 hp)	15 500	km	2,4	CO	2,88	43 568,64
	15 500		2,4	HC	1,58	23 902,24
	15 500		2,4	NOx	13,38	202 412,64
	15 500		2,4	SO2	1,65	24 961,20
Vehículos menores (40 km/h)	8 400		2,4	CO	14,93	122 402,11
	8 400		2,4	HC	1,88	15 412,99
	8 400		2,4	NOx	2,67	2 1889,73
	8 400		2,4	MP	0,02	163,97
	8 400		2,4	SO2	0,01	81,98

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana Chile (2012)

Elaboración: Dessau S&Z S.A. (2017)

Nota: La estimación de los valores del nivel de abatimiento fueros establecidos bajo criterios del flujo vehicular, el nivel de precipitación y la densidad arbórea del área del proyecto.

Tabla 2.21 Estimado de emisiones generadas en la etapa constructiva.

EQUIPOS DIESEL	POTENCIA kw	ACTIVIDAD (kw-h/año)	CO (kg/año)	SO2 (kg/año)	NOx (kg/año)	PM10 (kg/año)
Bombas de agua	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Bombas de concreto	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Bombas de inyección	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Bombas para shotcrete	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Motobombas	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Compresoras neumáticas	179	515 520,00	2 093,01	644,40	9 691,78	690,80
Dosificadora de concreto	90	124 964,23	507,35	156,21	2 349,33	167,45
Plataforma alimak	13	8 736,00	35,47	10,92	164,24	11,71
Soldadoras	8.3	5 976,00	24,26	7,47	112,35	8,01
Perforadora manual pesada	10	4 800,00	19,49	6,00	90,24	6,43
Vibradores de concreto	3	5 592,00	22,70	6,99	105,13	7,49
<b>FACTOR DE EMISIÓN (kg/kw-h)</b>			<b>CO</b>	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>PM10</b>
			0,00406	0,00125	0,0188	0,00134

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.2.9 Generación de ruido

Durante la etapa de construcción, se generarán niveles de ruido en el frente de obra de la apertura y/o corte del terreno, construcción de ataguías, en la cimentación y levantamiento de la estructura de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión, en las áreas de explotación de canteras, durante la disposición de materiales excedentes en los DME, en el campamento de obra, casas de máquinas, así como, por el tránsito y desplazamiento de vehículos y maquinarias de obra.

En la siguiente tabla presentamos la estimación de los niveles de ruido generado en cada maquinaria o actividad a una determinada distancia, tomando en consideración las publicaciones de Simarro (2015), Sarabia (2014), Brekke (2013); Mosquera (2003), Hanson et al. (2006), Speakman & Lyons (2009), British Standard Institution (1992) y el modelo Suizo STL-86 para el tráfico vehicular (citado en Bastián et al. 2014).

Tabla 2.22 Estimado de niveles de ruido generado por la maquinaria o actividad a una determinada distancia

MAQUINARIA	DISTANCIA	NIVELES DE RUIDO dB(A)
Bombas de concreto	10 metros	81
Bombas de inyección	10 metros	81
Bombas para shotcrete	10 metros	81
Camión concretero	10 metros	72
Camiones volquete	10 metros	74
Camiones cisterna	10 metros	74
Camiones mixer	10 metros	72
Camionetas 4x4	10 metros	50
Cargadores frontal	10 metros	76
Chancadora secundaria	10 metros	80
Compresoras neumáticas	10 metros	80
Dosificadora de concreto	10 metros	76
Faja transportadora	10 metros	80
Jumbo	10 metros	94
Martillo neumático	10 metros	89
Motobombas	10 metros	85
Perforadoras manual pesada	10 metros	94
Plataforma alimak	10 metros	70
Retroexcavadoras	10 metros	85
Rodillos liso vibratorio autopropulsado	10 metros	78
Soldadoras	10 metros	75
Tractor	10 metros	85
Vibradores de concreto	10 metros	73
Zaranda gravedad estática	10 metros	80
Tránsito vehicular	1 metro	69.14

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.2.11 Generación de Vibraciones

Para la estimación de las vibraciones se tomó en consideración algunas publicaciones realizadas a nivel mundial en donde han determinado la velocidad de la vibración para un determinado equipo, maquinaria o actividad.

En el caso de algunas maquinarias que no cuenten con estudios de vibraciones, se consideró algunas Normas Técnicas que determina el valor máximo de vibración que pueda tener un motor en relación a su potencia (kW).

Muchos de los valores presentados se obtienen en unidades de velocidad de partícula en mm/s, en el caso del tránsito vehicular la velocidad de las vibraciones se presentan en VdB (micropulgadas/s) y la velocidad de las vibraciones de los motores de las maquinas se presentan en mm/s rms.

### Vibraciones por tránsito de vehículos menores

Considerando el tránsito vehicular diario de una camioneta por los accesos existentes, se establece que un vehículo con neumático de caucho a velocidad máxima aproximada de 40 km/h generaría vibraciones con una velocidad de partícula máxima de:

75 VdB (micropulgadas/s) a 3 metros de distancia y,

65 VdB (micropulgadas/s) a 12 metros de distancia.

Representando en ambos casos, vibraciones no palpables o imperceptibles, según Hanson *et al* (2006).

La duración de las vibraciones dependerá de la frecuencia de tránsito vehicular, para este caso sería de 8 horas por día aproximadamente, mientras que la vibración después de la actividad, considerando el caso más extremo, sería de 1 segundo (Contreras 2009).

### Vibraciones por tránsito de vehículos pesados

Tomando en consideración el modelo de Watts & Krylov (2000) se estima que la velocidad de la vibración por vehículos pesados, a una velocidad máxima de 40 km/h, (considerando grosor de acceso= 30 mm, factor de escala del suelo= 1,93, p=0,75 y coeficiente de poder=-1,06), sería de:

85 VdB (micropulgadas/s) a 3 metros de distancia, representando vibraciones desagradables según Hanson *et al.* 2006 y,79 VdB (micropulgadas/s) a 12 metros de distancia, representando vibraciones apenas palpables o perceptibles según Hanson *et al.* 2006.

La duración de las vibraciones dependerá de la frecuencia de tránsito vehicular, para este caso sería de 8 horas por día aproximadamente, mientras que la vibración después de la actividad, considerando el caso más extremo, sería de 1 segundo (Contreras 2009).

### Vibraciones de maquinarias y equipos

En la siguiente tabla se presenta las vibraciones por el funcionamiento de maquinarias y equipos:

Tabla 2.23 Velocidad referencial de las vibraciones por maquinaria o equipo

EQUIPO	VELOCIDAD DE REFERENCIA	DISTANCIA DE REFERENCIA (metros)	REFERENCIA Y ANOTACIONES
Bomba de agua	3,00 mm/s rms	1	ISO 5199 citado en Europump 2013
Bomba de inyección	3,00 mm/s rms	1	ISO 5199 citado en Europump 2013
Bomba concretero	3,00 mm/s rms	1	ISO 5199 citado en Europump 2013
Bomba de shotcrete	3,00 mm/s rms	1	ISO 5199 citado en Europump 2013
Motobomba	1,80 mm/s rms	1	ISO Standards Handbook - Vibration and Shock, Vol. 1, 1995
Compresora neumática	1,60 mms rms	1	Zagar 2013
Rodillos liso vibratorio autopropulsado	0,09 mm/s	5	Tabla E.1 (A=1.36, L <sub>d</sub> =1.5 y K <sub>t</sub> =65). British Standatd 2009
Retroexcavador	3,65 mm/s	5	Fórmula 3 (n=2.3 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Cargador frontal	3,01 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Jumbo	3,49 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 2.26 mm/s). Roberts 2009 y Hanson <i>et al.</i> 2006 (tabla 12.2)
Tractor	3,01 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Martillo Neumático	0,14 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 0.0889 mm/s) Roberts 2009 y Hanson <i>et al.</i> 2006 (tabla 12.2)
Vibrador de concreto	10,11 mm/s	1	F.2 (a= 3810 mm/s <sup>2</sup> y 60Hz). British Standatd 2009 y Atlascopco 2016

EQUIPO	VELOCIDAD DE REFERENCIA	DISTANCIA DE REFERENCIA (metros)	REFERENCIA Y ANOTACIONES
Chancadora	13,40 mm/s	1	Eje horizontal. Padmavathi et al. 2011
Plataforma Alimak (motor)	1,80 mm/s rms	1	Según Norma ISO 2372 en motores pequeños, zona B (Antezana 2013)
Dosificadora de concreto	2,80 mm/s rms	7.5	Según Norma ISO-10816 en motores medianos, Zona B (Antezana 2013)
Faja transportadora	4,50 mm/s	1	Según Norma ISO 2372 en motores pequeños, zona B (Antezana 2013)
Perforadora manual pesada	0,14 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 0.0889 mm/s). Roberts 2009 y Hanson et al. 2006 (tabla 12.2)

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.3 Etapa de operación

#### 2.3.3.1 Actividades generales

Como actividades generales del Proyecto en la etapa operativa, se consideran las siguientes actividades:

1. Embalsamiento
2. Permanencia de infraestructuras
3. Captación de agua
4. Operación de chimenea de equilibrio
5. Cierre del sistema de conducción
6. Conducción del agua
7. Transmisión de energía
8. Generación y transformación de energía
9. Descarga de aguas excedentes y aguas turbinadas
10. Mantenimiento y limpieza de infraestructuras
11. Transporte de personal, equipo, materiales, etc.
12. Manejo de residuos sólidos y líquidos.

En la siguiente tabla se muestra las actividades del Proyecto relacionado con los componentes del Proyecto:

Tabla 2.24 Actividades a desarrollar durante la etapa de operación

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
1. <b>Embalsamiento:</b> es la acumulación del agua como cola de embalse por el funcionamiento de la presa, en el cauce del río Ulcumayo.	Embalse Presa
2. <b>Permanencia de infraestructuras</b> La ocupación permanente de las áreas por los componentes del Proyecto durante la etapa de operación.	Obras de captación Túnel de conducción Ventana de acceso Chimenea de equilibrio Cámaras de válvula Tubería de conducción a presión Casa de máquinas Canal descarga

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
	Subestación Garibaldi Línea de transmisión Ampliación Subestación Nueva Yanango Accesos Campamentos
3. <b>Captación de agua:</b> El agua será captada por medio de una toma lateral en la presa Garibaldi, con capacidad de captar 55,00 m <sup>3</sup> /s.	Obras de captación
4. <b>Operación de chimenea de equilibrio:</b> Estructura que entrará en funcionamiento ante un rechazo de carga por un cierre brusco de las turbinas para evitar sobrepresiones en la línea de conducción de tubería forzada.	Chimenea de equilibrio Cámara de válvulas
5. <b>Cierre del sistema de conducción:</b> Ante un problema en alguno de los componentes de la turbina que pare el sistema, será necesario el cierre de las válvulas.	Cámara de válvula Chimenea de equilibrio
6. <b>Conducción del agua:</b> Iniciará en la bocatoma pasará por el sistema de conducción hasta la cámara de carga. Al llegar a la cámara de válvula en el tramo final de la conducción intervienen las tuberías de conducción a presión.	Sistema de conducción Cámara de carga, cámara de válvula Chimenea de equilibrio Tubería de conducción a presión
7. <b>Transmisión de energía:</b> Desde la subestación de Garibaldi, mediante una línea de transmisión se transportará la energía generada en 220kV hasta la ampliación de la subestación Nueva Yanango.	Subestación Garibaldi Línea de transmisión Ampliación subestación Nueva Yanango
8. <b>Generación y transformación de energía:</b> La generación se realizará durante la operación de 2 turbinas Pelton, generando una potencia de 202 MW. La transformación de la energía se realizará en la subestación eléctrica en 220 kV.	Casa de máquinas Subestación Garibaldi
9. <b>Descarga de aguas excedentes y aguas turbinadas:</b> Mediante el canal de descarga, el agua turbinada será devuelta al río Chanchamayo frente a la casa de máquinas.	Casa de máquinas Canal de descarga
10. <b>Mantenimiento y limpieza de infraestructuras:</b> Incluye todas las actividades necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos y automáticos de la central hidroeléctrica y subestación eléctrica (tales como limpieza de aisladores, transformadores, recambio de equipos, soldadura, etc.).	Obras de captación Túnel de conducción Ventana de acceso Chimenea de equilibrio Cámaras de válvula Tubería de conducción a presión Casa de máquinas Canal descarga Subestación Garibaldi Línea de transmisión Ampliación Subestación Nueva Yanango Accesos Campamentos
11. <b>Transporte de personal, equipo, materiales, etc.:</b> Relacionado al tránsito vehicular de maquinaria pesada y vehículos livianos.	Accesos existentes
12. <b>Manejo de residuos sólidos y líquidos:</b> En todos los frentes de trabajo relacionado con el mantenimiento de los componentes del proyecto generaría residuos sólidos y líquidos o efluentes. Estos residuos serán almacenados y posteriormente dispuestos a una Empresa Prestadora de Residuos Sólidos (EPS-RS) autorizada por DIGESA.	Todos los componentes

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

### 2.3.3.2 Accesibilidad

El área de Proyecto cuenta con buena accesibilidad desde la capital, una de las vías principales es la Carretera Central. La vía terrestre está en buen estado de conservación, asfaltado en todo el tramo Lima-La Oroya-Tarma-San Ramón-La Merced.

La ruta aérea más próxima al área de proyecto es la ruta Lima – Jauja (50 min) mediante la línea LC Perú, luego continuar vía terrestre hasta San Ramón 120 km (1 hrs 45min).

Para acceder al área del Proyecto, desde La Merced se continúa por una trocha carrozable de 24 Km. atravesando el puente Victoria y Lourdes hasta el poblado de Nueva Italia.

### 2.3.3.3 *Materias primas e insumos*

Las materias primas empleadas durante la Operación de la Central Hidroeléctrica Garibaldi, será el recurso natural del agua del río Ulcumayo para la generación de energía, así mismo insumos químicos empleados durante esta etapa solo se dará en casos fortuitos de fallas de algún componente de la central.

### 2.3.3.4 *Áreas ocupadas*

A continuación, se presenta las áreas ocupadas por los componentes del Proyecto, durante toda la vida útil del proyecto:

Tabla 2.25 Áreas ocupadas por los componentes del Proyecto en la etapa de operación

COMPONENTES PRINCIPALES	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	LONGITUD TOTAL (m)
Obras de cabecera (embalse, presa y toma)	276 500,00	4 578,95
Túnel de conducción	-	8 199,25
Ventana de acceso	-	1 222,52
Chimenea de equilibrio	1 000,00	
Cámaras de válvula 1 y 2	200,00	
Tubería de conducción a presión	29 200,00	2 650,75
Casa de máquinas y canal descarga	3 500,00	347,46
Subestación Garibaldi (pórticos)	100,00	
Línea de transmisión (servidumbre)	658 900,00	26 357,60
Ampliación Subestación Nueva Yanango	200,00	
Accesos	-	9 387,37
Campamentos	32 900,00	-
<b>TOTAL</b>	<b>1'002 500,00</b>	<b>52 743,90</b>

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

### 2.3.3.5 *Servicios para el proyecto*

Durante la operación de la central, en los campamentos ya establecidos seguirán usando el recurso agua de las fuentes identificadas para etapas previas, El sistema eléctrico en el Campamento 2 será proveniente de la propia central hidroeléctrica, mientras que el Campamento 1 seguirá empleando los generados diésel o alternativamente se instalará un sistema fotovoltaico.

### 2.3.3.6 *Generación de desechos sólidos*

Se generaría restos de pintura, envases de pinturas, restos de concreto, madera con concreto, materiales manchados con hidrocarburos, cables, alambres, chatarrería (restos de ferretería), envases de PVC, envases de alimentos (tecnopor, bolsas, botellas plásticas y botellas de vidrio) y materia orgánica (restos de fruta, verduras, etc.). En la siguiente tabla se muestra la estimación de residuos sólidos generados anualmente en la etapa de operación:

Tabla 2.26 Estimación de residuos sólidos generados anualmente en la etapa de operación

TIPO	RESIDUO	DESCRIPCION	CANTIDAD (kg)	DISPOSICION
No peligroso	Mantenimiento	<b>Ejemplo:</b> Metal, abrazaderas de hierro, electrodos, encendedores, tubos, válvulas, conectores, restos de guantes, restos de concreto, etc.	750,00	Disposición final por una EPS-RS autorizada por DIGESA
	Biodegradables	<b>Ejemplo:</b> Restos de frutas, verduras, raciones de comida, aceites vegetales comestibles, etc.	3 061,00	
	No biodegradables	<b>Ejemplo:</b> Recipientes de vidrios, plástico, latas, sobres, papel, etc.	2 080,00	
Peligrosos	Mantenimiento	<b>Ejemplo:</b> Envases y resto de pinturas, combustibles, suelos contaminados, pilas,	250,00	
	Médicos	<b>Ejemplo:</b> residuos médicos	175,00	
<b>Total</b>			<b>6 316,00 Kg/año</b>	

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

Nota: La estimación de los valores de la cantidad de residuos sólidos generados por persona/día fueron realizados considerando la metodología de la OMS y del MINAM que dan valores de generación de residuos sólidos por una persona/día de 0.61 kg/día.

### 2.3.3.7 Generación de desechos líquidos

El tipo de residuos líquidos producidos serán de origen sanitario, principalmente en la casa de máquinas y en el campamento.

Considerando que, la generación diaria de efluentes de origen sanitario por persona es aproximadamente 22 litros diarios (Pöpel, 1991), para un total de 25 trabajadores, en la etapa de operación, se prevé un total de 16 500 litros de residuos líquidos mensuales. Y para el caso de los efluentes líquidos en el campamento se estima que es aproximadamente 78 litros diarios por persona (Pöpel, 1991), lo que haría un total de 58 500 litros mensuales.

Tabla 2.27 Estimado de generación de residuos líquidos durante la etapa de operación

RESIDUO LIQUIDO	VOLUMEN MENSUAL (L)	DISPOSICIÓN
Residuos líquidos domésticos de origen sanitario	16 500	Baños portátiles, disposición final a cargo de una EPS-RS
Efluentes del campamento	58 500	Biodigestores

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

### 2.3.3.8 Emisión gaseosa

Por la utilización de camionetas se emitiría CO, hidrocarburos, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. Además, se generaría material particulado (polvo) al transitar por accesos afirmados. Considerando un recorrido aproximado de 80 000 km al año, en la siguiente tabla se muestra la cantidad de emisiones generadas por las camionetas, tomando en consideración las publicaciones de la Comisión Nacional del Medio Ambiente 2013, Castro & Escobar 2006 y Toro *et al* 2001.

Tabla 2.28 Estimado de emisiones generadas en la etapa operativa

VEHÍCULOS	CO (kg/año)	NO <sub>x</sub> (kg/año)	SO <sub>2</sub> (kg/año)	HIDROCARBUROS (kg/año)	MATERIAL PARTICULADO (kg/año)
Ligero <3.5 t (diésel) a 40 km/hora	107,50	19,22	0,05	13,54	0,14

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

### 2.3.3.9 *Generación de Radiaciones No ionizantes*

Este tipo de Proyecto, raramente, producen campos eléctricos significativos, fuera de su perímetro. La generación de radiaciones no ionizantes, en mayor intensidad, se daría durante la etapa operativa y cerca de la casa de máquinas.

Cruz & Verella (2010), realizaron diversas mediciones de radiaciones no ionizantes en el Perú, encontrando que las subestaciones eléctricas generarían entre 0,07606 a 5,266  $\mu\text{T}$  y las centrales hidroeléctricas en buen estado generaría en promedio 19,199  $\mu\text{T}$ , estos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes (D.S N° 010-2005-PCM).

### 2.3.3.10 *Generación de vibraciones*

Durante la etapa operativa las principales fuentes de generación de vibraciones, serían la casa de máquinas y el tránsito vehicular.

#### **Vibraciones generadas en la casa de máquinas**

Las vibraciones que puedan generar los equipos de bombeo, turbinas y generadores son despreciables, por cuanto son equipos que por su característica de funcionamiento y operación no producen vibraciones o estas son imperceptibles para mantener la vida útil de los equipos. Sobre los niveles de vibraciones permisibles de los equipos de generación deberán cumplir estrictamente con las recomendaciones y guías de los fabricantes y normas internacionales.

Considerando la severidad de la vibración según la norma ISO-10816 para motores pequeños, una turbina de generación eléctrica tiene como límite máximo la generación de 4.5 mm/s rms a 0 metros de distancia (Antezana 2013). Aplicando el criterio de Hanson et al. 2006, a 10 metros se emitiría vibraciones de 0,906 mm/s y a 20 metros 0,320 mm/s, siendo esto imperceptible.

#### **Vibraciones por tránsito vehicular**

Considerando el tránsito vehicular diario de una camioneta por los accesos existentes, se establece que un vehículo con neumático de caucho a velocidad máxima aproximada de 40 km/h generaría vibraciones con una velocidad de partícula máxima de 75 VdB (micropulgadas/s) a 3 metros de distancia y 65 VdB (micropulgadas/s) a 12 metros de distancia, representando vibraciones no palpables o imperceptibles (Hanson et al, 2006).

La duración de las vibraciones dependerá de la frecuencia de tránsito vehicular, para este caso sería de 3 horas por día aproximadamente, mientras que la vibración después de la actividad, considerando el caso más extremo, sería de 1 segundo (Contreras 2009).

### 2.3.3.11 *Generación de ruido*

En la siguiente tabla presentamos la estimación de los niveles de ruido generado por cada maquinaria o actividad a una determinada distancia, tomando en consideración las publicaciones de Simarro (2015), Sarabia (2014), Brekke (2013); Mosquera (2003), Hanson et al. (2006), Speakman & Lyons (2009), British Standard Institution (1992) y el modelo Suizo STL-86 para el tráfico vehicular (citado en Bastián et al. 2014).

Tabla 2.29 Niveles de ruido generado por la maquinaria o actividad en la etapa operativa

MAQUINARIA	DISTANCIA	NIVELES DE RUIDO dB(A)
Camionetas 4x4	10 metros	50
Tránsito vehicular	1 metro	69,14
Operación de turbina	1 metro	85

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

## 2.3.4 Etapa de abandono o cierre

En esta etapa de abandono se retiran todos los componentes auxiliares del Proyecto.

### 2.3.4.1 Actividades generales

En la etapa de abandono del Proyecto se consideran las siguientes actividades generales:

1. Cese de energía y desconexión
2. Tapiado y sellado de portales
3. Desmantelamiento de obras civiles y electromecánicas
4. Manejo de residuos sólidos y líquidos
5. Limpieza del terreno
6. Escarificación del suelo
7. Reconformación del relieve
8. Revegetación
9. Transporte de personal, equipo, materiales, etc.

Tabla 2.30 Actividades a desarrollar durante la etapa abandono o cierre

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
1. <b>Cese de energía y desconexión:</b> Esta actividad consiste en dejar de operar las instalaciones eléctricas. Incluye el cese de la transmisión de energía eléctrica al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.	Casa de máquinas S.E Garibaldi y Ampliación S.E Nueva Yanango Línea de transmisión
2. <b>Tapiado y sellado de portales:</b> Durante esta actividad se clausuraran los portales inicial y final del túnel de conducción, así como la ventana de acceso	Túnel de conducción Ventana de acceso
3. <b>Desmantelamiento de obras civiles y electromecánicas:</b> Durante esta actividad se abandonarán las instalaciones eléctricas correspondientes a los conductores, cables de guarda, aisladores, torres, pórticos, retiro del material de concreto de las bases de las estructuras eléctricas, mecánicas y civiles.	Obras de captación Sistema de conducción Chimenea de equilibrio Cámaras de válvula Ventana de acceso Tubería de conducción a presión Casa de máquinas y canal descarga Subestación Garibaldi Línea de transmisión
4. <b>Manejo de residuos sólidos y líquidos:</b> en todos los frentes de trabajo relacionado con el mantenimiento de los componentes del proyecto generaría residuos sólidos y líquidos o efluentes. Estos residuos serán almacenados y posteriormente dispuestos a una Empresa Prestadora de Residuos Sólidos (EPS-RS) autorizada por DIGESA.	Ampliación Subestación Nueva Yanango Campamentos
5. <b>Limpieza del terreno:</b> Consiste en el retiro de todos los materiales del desmontaje y demolición de las obras para su adecuado eliminación	
6. <b>Escarificación del suelo:</b> Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole	

ACTIVIDAD	COMPONENTE INVOLUCRADOS
características prefijadas.	
7. <b>Reconformación del relieve:</b> Si el caso lo requiera, la reconformación morfológica de las áreas afectadas incluirá la colocación de una capa de material orgánica y la respectiva revegetación de toda el área intervenida.	
8. <b>Revegetación:</b> Esta actividad se realizará después de la reconformación del relieve, a fin de recuperar el estado original que tenía el área antes de iniciada todas las actividades del Proyecto.	
9. <b>Transporte de personal, equipo, materiales, etc.:</b> Relacionado al tránsito vehicular de maquinaria pesada y vehículos livianos.	Accesos existentes

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

#### 2.3.4.2 *Accesibilidad*

El área de Proyecto cuenta con buena accesibilidad desde la capital, una de las vías principales es la Carretera Central. La vía terrestre está en buen estado de conservación, asfaltado en todo el tramo Lima-La Oroya-Tarma-San Ramón-La Merced.

La ruta aérea más próxima al área de proyecto es la ruta Lima – Jauja (50 min) mediante la línea LC Perú, luego continuar vía terrestre hasta San Ramón 120 km (1 hrs 45min).

Para acceder al área del proyecto, desde La Merced se continúa por una trocha carrozable de 24 Km. atravesando el puente Victoria y Lourdes hasta el poblado de Nueva Italia.

#### 2.3.4.3 *Materias primas e insumos*

Para la etapa de abandono, uno de las tareas resaltantes del proyecto será la restauración del cauce en las obras de captación con la eliminación de la presa, para ello se requerirá combustible diésel en el campamento principal para los equipos de rotura del material de concreto (martillo demoledor, cortador metálico con soldadura, otros.), así mismo el recurso agua será tomado directamente del río Ulcumayo hacia los tanques de almacenamiento para su posterior distribución.

Los insumos químicos presentes en esta etapa serán principalmente parte del plan preventivo y correctivos de las herramientas de trabajo (grasas, aceites y otros.)

#### 2.3.4.4 *Servicios para el proyecto*

Los servicios necesarios para esta etapa estarán centrados sobre los campamentos, el cual contará con agua potable, electricidad producida por el generador Diésel, sistema de tratamiento de aguas domésticas.

#### 2.3.4.5 *Emisiones de equipos, maquinarias y vehículos*

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de emisiones generadas por tipo de equipo y/o maquinaria utilizada, tomando en consideración las publicaciones de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile 2013, SEREMI Región Metropolitana de Chile 2012, Castro & Escobar 2006 y Toro et al. 2001.

Tabla 2.31 Estimación de emisiones generadas en la etapa de abandono

ACTIVIDAD	NIVEL ACTIVIDAD (anual)	UNIDAD DE ACTIVIDAD	NIVEL DE ABATIMIENTO (EA)	FACTOR DE EMISIÓN (FE)	UNIDAD DE (FE)	EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (kg/año)
Escarpe o movimiento de tierra	200	km	2,4	5,7	kg/km	1 112,64
Excavaciones	1 500	horas	2,4	0,61	kg/hora	893,04
Tránsito de vehículos menores a 40 km/h	3 100	km	2,4	248,75	g/km	752 618
Tránsito de vehículos pesados a 40 km/h	4 200	km	2,4	729,75	g/km	2 991 391,2

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana Chile (2012)

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

Nota: La estimación de los valores del nivel de abatimiento fueros establecidos bajo criterios del flujo vehicular, el nivel de precipitación y la densidad arborea del área del proyecto

Tabla 2.32 Estimado de emisiones generadas en la etapa de abandono.

VEHICULOS O MAQUINARIA DIESEL	NIVEL ACTIVIDAD (anual)	UNIDAD DE ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISIÓN (g/km)	EMISIÓN (kg/año)
Vehículos pesados (40 km/h) : (Camión volquete, Camión cisterna, Cargadores frontal, Retroexcavadora y Tractor 270-295 hp)	3 600,00	km	CO	10,35
			HC	5,68
			NOx	48,16
			MP	2,92
			SO2	5,94
Vehículos menores (40 km/h)	7 200,00	km	CO	107,50
			HC	13,54
			NOx	19,22
			MP	0,14
			SO2	0,05

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana Chile (2012)

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

Nota: La estimación de los valores del nivel de abatimiento fueros establecidos bajo criterios del flujo vehicular, el nivel de precipitación y la densidad arborea del área del proyecto

Tabla 2.33 Estimado de emisiones generadas por equipos diesel

EQUIPOS DIESEL	POTENCIA kw	ACTIVIDAD (kw-h/año)	CO (kg/año)	SO2 (kg/año)	NOx (kg/año)	PM10 (kg/año)
Bombas de agua	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Motobombas	74	106 560,00	432,63	133,20	2 003,33	142,79
Compresoras neumáticas	179	515 520,00	2 093,01	644,40	9 691,78	690,80
Perforadora manual pesada	10	4 800,00	19,49	6,00	90,24	6,43
<b>FACTOR DE EMISIÓN (kg/kw-h)</b>			<b>CO</b>	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>PM10</b>
			0,00406	0,00125	0,0188	0,00134

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

#### 2.3.4.6 Generación de desechos líquidos

El tipo de residuos líquidos producidos serán de origen sanitario, principalmente en los frentes de trabajo y en el campamento.

Considerando que, la generación diaria de efluentes de origen sanitario por persona es aproximadamente 22 litros diarios (Pöpel, 1991), para un total de 100 trabajadores, en la etapa de operación, se prevé un total de 66 000 litros de residuos líquidos mensuales. Y para el caso de los efluentes líquidos en el campamento se estima que es aproximadamente 78 litros diarios por persona (Pöpel, 1991), lo que haría un total de 234 000 litros mensuales.

Tabla 2.34 Estimado de generación de residuos líquidos durante la etapa de operación

RESIDUO LIQUIDO	VOLUMEN MENSUAL (L)	DISPOSICIÓN
Residuos líquidos domésticos de origen sanitario	66 000,00	Baños portátiles, disposición final a cargo de una EPS-RS
Efluentes del campamento	234 000,00	Biodigestores

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

### 2.3.4.7 Generación de desechos sólidos

Se generaría residuos de construcción, residuos domésticos, residuos del desmantelamiento y limpieza, y residuos médicos. En la siguiente tabla se muestra la estimación de residuos sólidos generados en la etapa de abandono:

Tabla 2.35 Estimación de residuos sólidos generados en la etapa de abandono.

TIPO	RESIDUOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (kg)	DISPOSICIÓN
No peligroso	Construcción	<b>Ejemplo:</b> Restos de concreto ,metal, abrazaderas de hierro, electrodos, encendedores, tubos, válvulas, conectores, restos de guantes, etc.	3 500,00	Se almacenarán en distintos tachos de acuerdo al color de codificación.  Disposición Final por una EPS-RS autorizada por el DIGESA (sugerimos)
	Biodegradables	<b>Ejemplo:</b> Restos de frutas, verduras, raciones de comida, aceites vegetales comestibles, etc.	612 229,00	
	No Biodegradables	<b>Ejemplo:</b> Recipientes de vidrios, Plástico, Tecnopor, latas, sobres, papel, etc.	33 564,00	
Peligrosos	construcción	<b>Ejemplo:</b> Envases y resto de pinturas, combustibles, suelos contaminados, pilas	12 524,06	
	médicos	<b>Ejemplo:</b> Residuos médicos	4 007,7	
<b>TOTAL</b>			<b>665 824,76 kg</b>	

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

Nota: La estimación de los valores de la cantidad de residuos solidos generados por persona/día fueron realizados considerando la metodología de la OMS y del MINAM que dan valores de generación de residuos sólidos por una persona/día de 0.61 kg/día.

### 2.3.4.8 Generación de Ruidos

Los elevados niveles de ruidos serán generados, básicamente, durante el desmontaje de estructuras y las actividades de restauración del paisaje como la compactación y la nivelación de las superficies.

Tabla 2.36 Niveles de ruido generado por la maquinaria o actividad en la etapa de abandono

MAQUINARIA	DISTANCIA	NIVELES DE RUIDO dB(A)
Camiones volquete	10 metros	74
Camiones cisterna	10 metros	74
Camionetas 4x4	10 metros	50
Cargadores frontal	10 metros	76
Compresoras neumáticas	10 metros	80
Faja transportadora	10 metros	80
Martillo neumático	10 metros	89
Motobombas	10 metros	85
Retroexcavadoras	10 metros	85
Tractor	10 metros	85
Tránsito vehicular	1 metro	69,14

Elaboración: Dessau S&amp;Z S.A.

### 2.3.4.9 Generación de vibraciones

En la etapa de abandono las principales fuentes de generación de vibraciones serán el funcionamiento de las maquinarias y equipos y el tránsito vehicular.

## Vibraciones de maquinarias y equipos

En la siguiente tabla se presenta las vibraciones por el funcionamiento de maquinarias y equipos:

Tabla 2.37 Velocidad referencial de las vibraciones por maquinaria o equipo

EQUIPO	VELOCIDAD DE REFERENCIA	DISTANCIA DE REFERENCIA (metros)	REFERENCIA Y ANOTACIONES
Bomba de agua	3,00 mm/s rms	1	ISO 5199 citado en Europump 2013
Compresora neumática	1,60 mms rms	1	Zagar 2013
Retroexcavador	3,65 mm/s	5	Fórmula 3 (n=2.3 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Cargador frontal	3,01 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Tractor	3,01 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 1.9 mm/s). Roberts 2009
Martillo Neumático	0,14 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 0.0889 mm/s) Roberts 2009 y Hanson et al. 2006 (tabla 12.2)
Perforadora manual pesada	0,14 mm/s	5	Fórmula 3 (n=1.1 y PPVref 7.6m= 0.0889 mm/s). Roberts 2009 y Hanson et al. 2006 (tabla 12.2)

Elaboración: Dessau S&Z S.A.

## Vibraciones por tránsito vehicular

Considerando el tránsito vehicular diario de una camioneta por los accesos existentes y por el camino de servicio del canal de conducción, Hanson et al. 2006 establece que un vehículo con neumático de caucho a velocidad máxima aproximada de 48 km/h las vibraciones presentaría una velocidad de partícula máxima de 75 VdB (micropulgadas/s) a 3 metros de distancia y 65 VdB (micropulgadas/s) a 12 metros de distancia, representando vibraciones no palpables o imperceptibles.

La duración de las vibraciones dependerá de la frecuencia de tránsito vehicular, para este caso sería de 3 horas por día aproximadamente, mientras que la vibración después de la actividad, considerando el caso más extremo, sería de 1 segundo (Contreras 2009).

## 2.4 MANO DE OBRA DEL PROYECTO

El requerimiento de mano de obra estará directamente relacionado a los avances del desarrollo del Proyecto. Se demandará de mano de obra calificada y no calificada, dándose prioridad a la contratación de mano de obra local.

Tabla 2.38 Mano de obra empleada durante la etapa de construcción del proyecto.

PERSONAL	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (3 años)
Especializado	700
No especializado	1 800
TOTAL	2 500

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Tabla 2.39 Mano de obra empleada durante la etapa de operación del proyecto

PERSONAL	ETAPA OPERATIVA (anual)
Especializado	20
No especializado	5
TOTAL	25

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

Tabla 2.40 Mano de obra empleada durante la etapa de abandono del proyecto

PERSONAL	ETAPA DE ABANDONO (12 meses)
Especializado	70
No especializado	30
TOTAL	100

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi

## 2.5 COSTO DE INVERSIÓN

El costo total del Proyecto, sin IGV, es S/. 1 014'130 165,75. A continuación, se presenta el costo de inversión para la cada una de las etapas del proyecto.

➤ Construcción	:	S/.	1 001'022 064,25
➤ Operación y mantenimiento	:	S/.	9'811 815,00(anual)
➤ Abandono	:	S/.	3'296 286,50

## 2.6 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El tiempo de duración según etapa del proyecto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.41 Duración del Proyecto

DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
Etapa de Construcción	5 años
Etapa de Operación	30 años
Etapa de Abandono	1 año

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Central Hidroeléctrica Garibaldi