

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# CUCCHINADORZA

## Impianto Idroelettrico di Generazione e Pompaggio Conversione a Pompaggio Comune di Ovodda (NU)

### Progetto per AUTORIZZAZIONE UNICA RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

File: GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	28/07/2022	Emissione per Autorizzazione unica	Vari	DAC	Bes

#### GRE VALIDATION

	Support Team: <b>F. PODIO</b>	Project Engineer: <b>C. MUNARI</b>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

ANAPO

#### GRE CODE

GROUP	FUNCIÓN	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GR	EEC	R	29	IT	H	15678	00	159	00

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

*This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.*

00	28.07.2022	Vari	Bes
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	6
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	6
1.2	Struttura del rapporto	6
2.	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
2.1.1	Documentazione ricevuta da ENEL	7
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	8
3.1	Cenni Storici	8
3.2	Descrizione del Sistema Taloro	8
3.3	Inquadramento territoriale	10
3.4	Inquadramento catastale	12
3.5	Inquadramento secondo la pianificazione locale	12
3.6	Inquadramento secondo il sistema dei vincoli e delle tutele	13
3.6.1	Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico	13
3.6.2	Beni culturali	15
3.6.3	Beni Paesaggistici	15
3.6.4	Aree Naturali Protette	16
3.6.5	Aree Soggette a Vincolo idrogeologico	16
3.6.6	Sintesi delle interferenze con il sistema dei vincoli e delle tutele	16
4.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE	18
4.1	Aspetti generali	18
4.2	Serbatoio di monte: Gusana	18
4.2.1	Tipologia e struttura della diga di Gusana	18
4.3	Impianto di generazione di Cucchinadorza	20
4.3.1	Opera di presa nel serbatoio di Gusana	20
4.3.2	Galleria di adduzione	21
4.3.3	Pozzo di espansione di monte	22

4.3.4	Camera valvola	24
4.3.5	Condotta forzata	25
4.3.6	Centrale	26
4.3.7	Opere di scarico	30
4.3.8	Sottostazione	30
4.4	Invaso di Cucchinadorza	32
4.4.1	Tipologia e struttura della diga di Cucchinadorza	32
5.	CONVERSIONE AD IMPIANTO DI POMPAGGIO	33
5.1	Aspetti generali	33
5.2	Descrizione generale degli interventi	33
5.2.1	Condotta forzata	38
5.2.2	Opere civili per l'installazione del nuovo gruppo reversibile	40
5.3	Metodo costruttivo	48
5.3.1	Aspetti generali	48
5.3.2	Scavi e sostegni in centrale	49
5.3.3	Opere di scarico	53
5.3.4	Cantierizzazione	54
5.4	Aspetti idraulici	55
5.4.1	Perdite di carico	55
5.4.2	Verifica del transitorio	55
5.5	Aspetti elettromeccanici	57
5.5.1	DFIM	58
5.5.2	CFSM	59
5.5.3	DFIM vs. CFSM per Cucchinadorza	61
5.5.4	Aspetti meccanici	61
5.5.5	Aspetti elettrici	64
5.5.6	Sintesi preliminare degli equipaggiamenti	66
5.5.7	Gruppo CFSM (1 unità): caratteristiche conclusive	70
5.6	Requisiti tecnici del raccordo alla rete nazionale	70

5.7	Connessione alla rete di trasmissione	73
5.8	Stabilità dei versanti	73
5.9	Determinazione della tipologia di impianto	74
5.9.1	Riferimento normativo	74
5.9.2	Definizioni	74
5.9.3	Metodi di valutazione applicabili	75
5.9.4	Valutazione dell'impianto di Cucchinadorza	75
6.	VALUTAZIONE DI MASSIMA DEI COSTI	77
7.	CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA	78
	Allegato A - NTA - PUC - Comune di Ovodda	80

 Green Power HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 6 di/of 79

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

La presente relazione descrive le principali attività di manutenzione straordinaria, previste da Enel, per la conversione a pompaggio della centrale idroelettrica di Cucchinadorza, di proprietà di Enel Produzione S.p.A. , sita nel Comune di Ovodda.

L'intervento in progetto infatti prevede la trasformazione dell'impianto di generazione esistente in un impianto di generazione e pompaggio con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile, massimizzare l'utilizzo dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e di favorirne l'integrazione nei mercati dell'energia elettrica e dei servizi ancillari, conformemente a quanto previsto dal PNIEC.

L'opera idraulica fa parte dell'asta idroelettrica del Taloro, maggior affluente del Tirso. Lo sfruttamento del Taloro a fini idroelettrici si realizza attraverso tre impianti idroelettrici in cascata con le dighe di Gusana, Cucchinadorza e Benzone: lo schema idroelettrico è interamente gestito da Enel.

Gli interventi in progetto non varieranno in alcun modo né le caratteristiche della derivazione né i parametri della concessione.

### 1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- **Capitolo 1:** introduzione;
- **Capitolo 2:** lista documenti di riferimento;
- **Capitolo 3:** inquadramento del progetto;
- **Capitolo 4:** descrizione delle opere di progetto esistenti;
- **Capitolo 5:** descrizione del progetto di trasformazione nell'impianto di turbinaggio;
- **Capitolo 6:** valutazione di massima dei costi;
- **Capitolo 7:** cronogramma per l' implementazione del progetto.

 Green Power HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 7 di/of 79

## 2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1.1 Documentazione ricevuta da ENEL

Nella redazione del presente rapporto è stato fatto riferimento ai documenti elencati di seguito, compresi nella documentazione d'incarico ricevuta da ENEL GP:

- [1] 1995, Servizio nazionale dighe, Diga di Cucchinadorza nei comuni di Teti e Ollolai (NU), Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione;
- [2] 1996, Servizio nazionale dighe, Diga di Gusana in comune di Gavoi (NU), Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione;
- [3] 2015, Enel – URS, Bacino di Cucchinadorza, Teti e Ollolai (NU), Progetto di Gestione – Caratterizzazione di base;
- [4] 2016, CESI, Invaso di Gusana – Comune di Gavoi (NU) centrale idroelettrica del Taloro e Cucchinadorza, Progetto di Gestione;
- [5] 2021. Studio Pietrangeli – Studio di fattibilità per impianti di Pompaggio in Sardegna – Impianto di Cucchinadorza.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 8 di/of 79

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

#### 3.1 Cenni Storici

Il fiume Taloro nasce dalle pendici settentrionali del gruppo del Gennargentu, a circa 1'100 m s.l.m., scorrendo dapprima verso Nord e successivamente, descritto un ampio arco, assume un andamento da Est a Ovest. Passa tra Fonni e Gavoi, ricevendo, da sinistra, prima il rio Aratu, poi il rio Dino (o Tino). La confluenza con il fiume Tirso avviene infine in corrispondenza del grande lago artificiale Omodeo. Il suo bacino imbrifero, pari a 460 km<sup>2</sup>, ricade interamente nel territorio delle Regioni storiche Barbagia-Mandrolisai. Sull'asta del fiume Taloro insistono due serbatoi e un bacino, tutti artificiali:

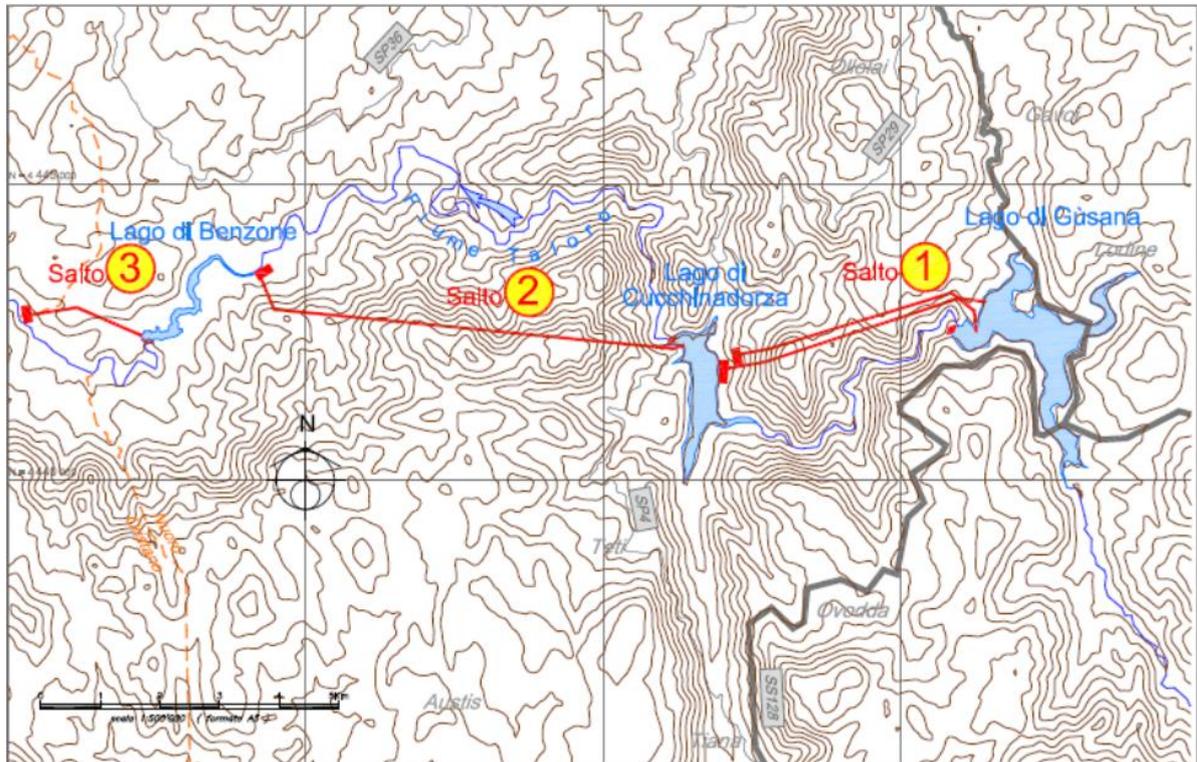
- il serbatoio di testa di Gusana che alimenta la centrale reversibile di Taloro e la centrale di Taloro 1° Salto (detta anche centrale di Cucchinadorza);
- il serbatoio di Cucchinadorza che alimenta la centrale di Taloro 2° Salto (detta anche centrale di Badu Ozzana);
- il bacino di Benzone che alimenta la centrale di Taloro 3° Salto.

Il serbatoio artificiale di Cucchinadorza, realizzato ad inizio degli anni '60 per scopi idroelettrici, è situato ad ovest della provincia di Nuoro, nella gola del fiume Taloro, affluente di sinistra del Tirso e a circa 19 km dal lago di Omodeo e a 4,5 km a sud di Olzai. È utilizzato per la regolazione annuale dell'energia producibile nella Centrale di Badu Ozzana e nelle successive centrali degli impianti idroelettrici del Taloro.

#### 3.2 Descrizione del Sistema Taloro

L'impianto del Taloro è stato realizzato tra il 1972 ed il 1978 utilizzando il dislivello esistente tra i laghi artificiali di Gusana e Cucchinadorza, posti in serie e ubicati rispettivamente alle testate degli impianti idroelettrici Cucchinadorza e Badu Ozzana, entrati in servizio nel 1961 e nel 1962.

Il sistema di opere realizzate sul fiume Taloro nasce con l'obiettivo di utilizzare ai fini idroelettrici, irrigui e industriali i deflussi del rio omonimo. Il sistema consta di tre sbarramenti: Gusana, Cucchinadorza e Benzone, gestiti da Enel, e tre impianti di produzione idroelettrica, di cui uno reversibile (Taloro).



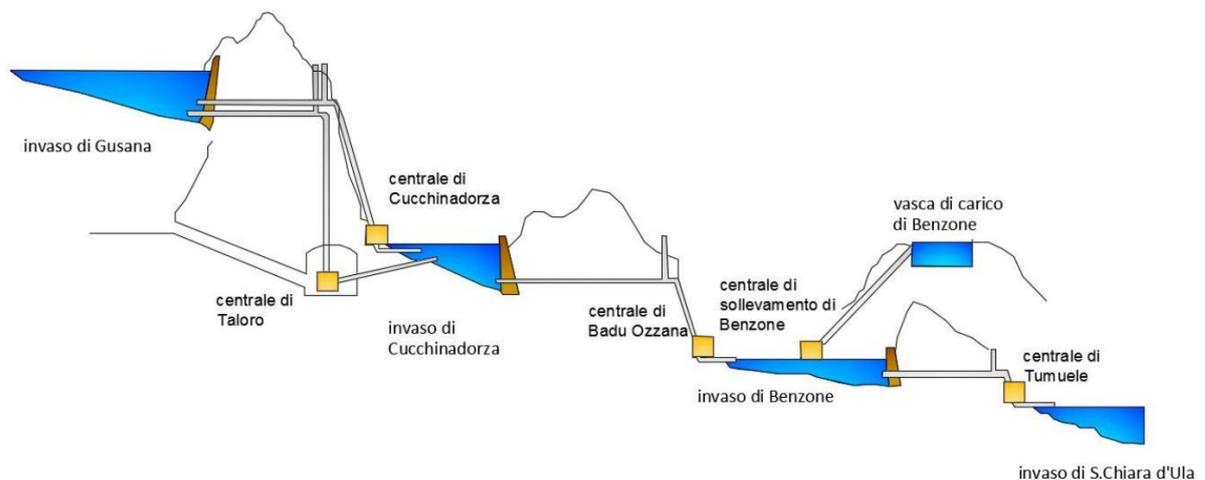
**Figura 1:** Planimetria generale del Sistema Taloro.

Lo sbarramento di Gusana, che realizza l'invaso principale del sistema, sottende un bacino imbrifero totale di 247 km<sup>2</sup>. L'invaso è dedicato alla regolazione dei deflussi funzionali alla produzione di energia delle centrali idroelettriche Cucchinadorza e Taloro. Dal suddetto invaso, mediante due distinte prese, vengono integrate le risorse dello schema idraulico potabile n. 14 Govossai (PRGA '83). Lo sbarramento Cucchinadorza ha principalmente la funzione di regolare i volumi turbinati dalla centrale idroelettrica di Gusana nonché quelli del bacino idrografico residuo a valle dello sbarramento di Gusana di 107,5 km<sup>2</sup>. Dal Cucchinadorza è alimentata la centrale idroelettrica di Badu Ozzana. In coda all'invaso è ubicata un'opera di presa acquedottistica che, mediante sollevamento collega all'impianto di potabilizzazione dello schema potabile n. 20 Barbagia - Mandrolisai (PRGA '04).

La diga Benzone, terminale del sistema Taloro, cui afferisce un bacino imbrifero residuo di 89 km<sup>2</sup>, costituisce il bacino di scarico del Taloro 2° Salto ed è funzionale alla regolazione dei deflussi da destinarsi all'alimentazione della centrale idroelettrica di Tumuele. Dal serbatoio vengono prelevate le risorse per le utenze del Comprensorio irriguo della Media Valle del Tirso del Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale e delle utenze industriali dell'ASI di Ottana. Le risorse a servizio delle utenze irrigue e industriali vengono sollevate dalla quota di presa del Benzone, 147,00 m s.l.m., ad una vasca di carico a quota 230,00 m s.l.m., tramite un impianto di sollevamento.

Dalla quota 230,00 m s.l.m. la risorsa viene addotta tramite un canale nella vasca di compenso di Sa Ruxi (350'000 m<sup>3</sup> di capacità). Una seconda condotta in pressione collega la vasca carico con la presa dal bacino di compenso di Sa Ruxi, da cui si derivano le condotte per l'alimentazione dell'utenza agricola e industriale.

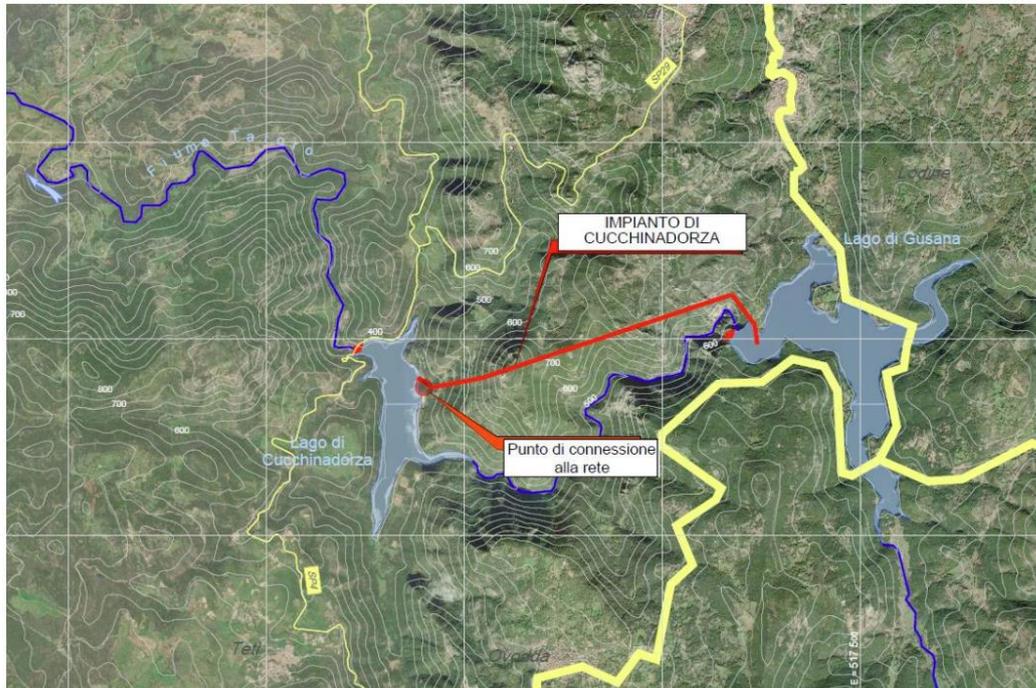
Le risorse invasate nel sistema Taloro costituiscono, inoltre, la riserva strategica del sistema elettrico della Sardegna per il riavvio e la rimessa in carico della rete elettrica regionale in caso di spegnimento. Il volume d'acqua da turbinare necessario per il riavvio del sistema elettrico è di 24 hm<sup>3</sup>; tale volume deve essere costantemente disponibile nell'invaso di Gusana.



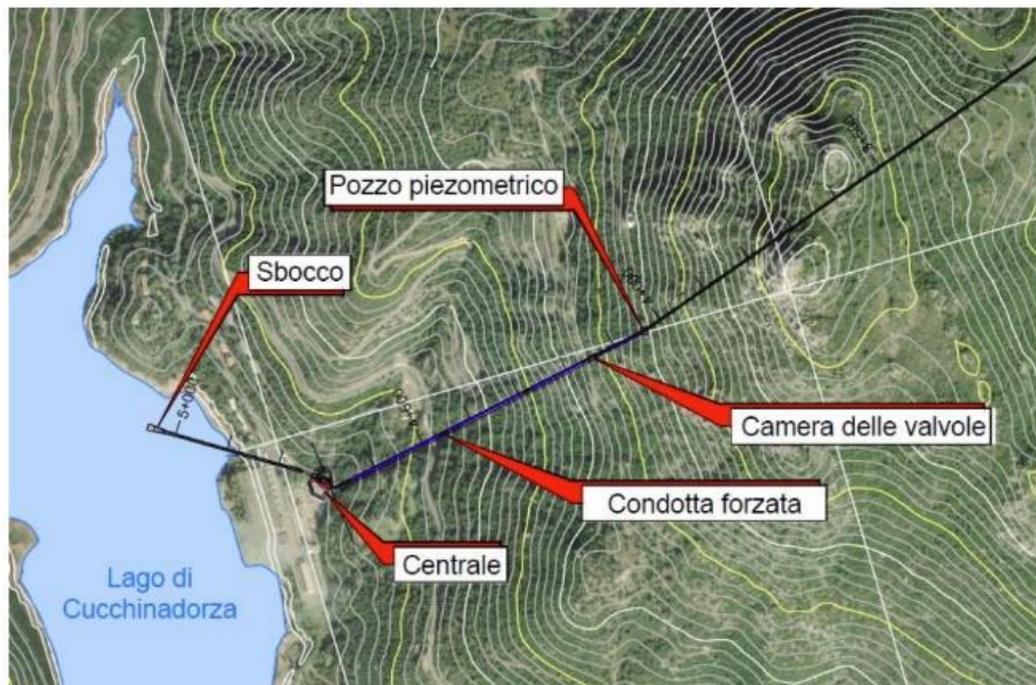
**Figura 2:** Profilo schematico del Sistema Taloro.

### 3.3 Inquadramento territoriale

L'area del nuovo impianto di pompaggio, illustrata nell'immagine seguente, è compresa tra i serbatoi di Gusana e di Cucchinadorza nella provincia di Nuoro nel comune di Gavoi. Il lago di Cucchinadorza è uno dei due serbatoi artificiali del "Sistema Taloro", creato per scopi idroelettrici e idropotabili lungo l'asta del fiume Taloro, affluente di sinistra del Tirso, a circa 19 Km dal lago di Omodeo e a 4,5 Km a sud di Olzai. A livello territoriale l'areale in oggetto è collocato ad ovest della provincia di Nuoro e il lago si estende sui confini dei comuni di Teti, Ovodda e in piccola parte in quello di Ollolai (NU) ad una altitudine di circa 350 m slm su una superficie di circa 1,23 Km<sup>2</sup>. Il lago è stato creato artificialmente grazie alla diga omonima, ubicata a nord nella porzione di competenza del comune di Ollolai. L'invaso di Gusana venne realizzato tra il 1959 e il 1961 nel territorio di Gavoi, in provincia di Nuoro, sbarrando il fiume Taloro tra monte Littederone e Nodu Nos Arcos. L'invaso serve per la regolazione stagionale delle portate del fiume Taloro per la produzione di energia elettrica nelle esistenti centrali di Taloro e Cucchinadorza.



**Figura 3:** localizzazione dell'area oggetto dell'intervento, generale



**Figura 4:** localizzazione dell'area oggetto dell'intervento, particolare.

 HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 12 di/of 79

### 3.4 Inquadramento catastale

Le aree interessate dall'intervento ricadono nel foglio 1 della mappa catastale del comune di Ovodda (G201). L'analisi a livello catastale, delle aree destinate all'impianto e alle opere di connessione, è riportata nella tabella sottostante. Nell'elaborato GRE.EEC.D.29.IT.H.15678.00.113 è riportato il Piano Catastale delle aree di intervento.

Dettaglio	CATASTO TERRENI/FABBRICATI													
	Comune	Foglio	Part.	Sub	Qualità	Classe	ha	are	ca	Partita	Nominativo o denominazione	Codice Fiscale	Titolarietà	Quota
Condotta forzata	G201	1	560	-	ENTE URBANO	-	0	4	52	00000001	ENEL PRODUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05617841001	Proprietà	1000/1000
	G201	1	390	-	ENTE URBANO	-	0	0	86	00000001	--	--	--	--
	G201	1	566	-	ENTE URBANO	-	0	11	5	00000001	ENEL PRODUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05617841001	Proprietà	1000/1000
Galleria di Scarico	G201	1	46	-	ACQUE PRIV	-	4	33	19	0001350	ENEL PRODUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05617841001	Proprietà	1000/1000
	G201	1	326	-	REAL ACQ ES	-	0	27	26	-	ENEL PRODUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05617841001	Proprietà	1000/1000
	G201	1	322	-	REAL ACQ ES	-	0	32	6	-	ENEL PRODUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05617841001	Proprietà	1000/1000
	G201	1	340	-	ENTE URBANO	-	1	88	85	00000001	T.E.R.N.A. S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05779661007	Proprietà	1/1
	G201	1	556	-	REAL ACQ ES	-	1	10	76	RA	--	--	--	--
Pozzo Piezometrico	G201	1	556	-	REAL ACQ ES	-	1	10	76	RA	--	--	--	--
Centrale	G201	1	556	-	REAL ACQ ES	-	1	10	76	RA	--	--	--	--
Area di Cantiere	G201	1	556	-	REAL ACQ ES	-	1	10	76	RA	--	--	--	--

Tabella 1 - Catasto Terreni e Fabbricati delle aree di intervento.

### 3.5 Inquadramento secondo la pianificazione locale

L'area di intervento ricade all'interno del comune di Ovodda il cui Piano Urbanistico Comunale (PUC) è stato adottato con la D.C.C. n.2 del 15/01/2007.

Dall'analisi della Tavola 5 "Taloro" del PUC le opere oggetto di intervento ricadono all'interno delle aree di zonizzazione del comune di Ovodda riportate nella tabella successiva, il cui dettaglio è riportato nell'elaborato GRE.EEC.D.29.IT.H.15678.00.151.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 13 di/of 79

Dettaglio	Zona	Descrizione
Condotta forzata	H	Zona di tutela ambientale, disciplinata dall'art. 18 delle N.T.A. del P.U.C.
Centrale	D4	Zona artigianale (attività esistente), disciplinata dall'art. 14 delle N.T.A. del P.U.C.
Pozzo Piezometrico	D4	Zona artigianale (attività esistente), disciplinata dall'art. 14 delle N.T.A. del P.U.C.
Galleria di Scarico	D4	Zona artigianale (attività esistente), disciplinata dall'art. 14 delle N.T.A. del P.U.C.
	E2	Zona agricola o silvo - pastorale; sottozona area di primaria importanza per la funzione agricolo - produttiva, disciplinata dall'art. 15 delle N.T.A. del P.U.C.
	H3	Zona di tutela ambientale; sottozona di rispetto fluviale e lacustre, disciplinata dall'art. 18 delle N.T.A. del P.U.C.
	E5c	Zona agricola o silvo - pastorale; sottozona i cui suoli presentano scarse o nessuna attitudine all'uso agricolo, disciplinata dagli artt. 15 e 16 delle N.T.A. del P.U.C.

**Tabella 2** - Ubicazione delle aree di intervento rispetto alla zonizzazione del PUC di Ovodda

Di seguito si riporta la coerenza dell'intervento con gli articoli delle N.T.A. del P.U.C. (riportate in allegato) che normano le aree oggetto di intervento sopraccitate.

Piano Urbanistico Comunale di Ovodda	
Articolo	Coerenza
ART. 14 - ZONA D4 - ARTIGIANALE (Attività esistente)	<u>Non pertinente</u> Non si prevede lottizzazione e nuove edificazioni
ART. 15 - ZONA E – AGRICOLA O SILVO-PASTORALE	<u>Non pertinente</u> Le opere in oggetto risultato in sotterraneo
ART. 18 - ZONE H - TUTELA AMBIENTALE	Non si prevedono nuove edificazioni ma la sostituzione della condotta forzata esistente
ART. 22 - NORME PER LA VALUTAZIONE della (M.C.A.) MISURAZIONE DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE.	<u>Non pertinente</u> Poiché l'intervento in progetto rientra nell'ambito della Dichiarazione di Inizio Attività Lavori (DILA), Art. 6-bis. del Decreto Legislativo del 28 marzo 2011 n. 28 (articolo introdotto dall'art. 56, comma 1, della legge n. 120 del 2020), l'intervento non sarà sottoposto a valutazioni ambientali e paesaggistiche.
ART. 22.4 Opere idrauliche	Le opere in oggetto risultato in sotterraneo

**Tabella 3** - Tabella di coerenza dell'intervento in oggetto con le N.T.A. del Piano Urbanistico Comunale di Ovodda.

### 3.6 Inquadramento secondo il sistema dei vincoli e delle tutele

#### 3.6.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 14 di/of 79

pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Con decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

Per l'area oggetto di intervento non è presente una perimetrazione di aree caratterizzate da pericolosità o rischio idraulico; è altresì presente un'area di prima salvaguardia, individuata dall'articolo 30ter delle NTA del PAI come mostrato nella mappa "Aree Strahler" dell'elaborato GRE.EEC.D.29.IT.H15678.00\_157.

Come riportato nel comma 3 dell'Articolo 30ter delle NTA *"Anche in assenza degli studi di cui al comma 2, nelle aree interne alla fascia di cui al comma 1, sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 e 27 bis delle NA."* Pertanto, all'interno di tali aree (comma 3 Articolo 27 delle NA) sono consentiti: *"In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente: ..... c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche; ..... e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;"* **In tale casistica viene richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24.**

L'area di intervento, come riportato nelle mappe "Pericolo Geomorfologico" e "Rischio Geomorfologico" dell'elaborato GRE.EEC.D.29.IT.H15678.00\_157 risulta caratterizzata principalmente da pericolosità da frana elevata (Hg3) con un tratto in pericolosità molto elevate (Hg4) mentre l'impianto esistente ricade in area da pericolosità media di frana (Hg2). In merito al rischio geomorfologico diversamente risulta di tipo moderato (Rg1) in corrispondenza dell'impianto e di tipo elevato (Rg3) in corrispondenza delle condotte idrauliche e della viabilità esistente.

Come riportato dell'Articolo 31 comma 3 delle NTA *"In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente: ..... c gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;"*

**In tale casistica viene richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'art. 25** per gli interventi in cui le innovazioni tecnologiche producano un aumento delle capacità di servizio dell'infrastruttura.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 15 di/of 79

### 3.6.2 Beni culturali

L'area interessata dagli interventi in progetto **non presenta** beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e s.m.i. e segnatamente quelli di cui all'articolo 10 del citato decreto.

### 3.6.3 Beni Paesaggistici

Per quanto concerne i beni paesaggistici è possibile osservare come nell'intorno dell'area d'intervento si possa rilevare la presenza di diversi elementi, alcuni dei quali interessati dagli interventi in progetto:

- Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., comma 1:
  - Lettera b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi appresentati dal lago di Gusana e dal lago di Cucchinadorza;
  - Lettera g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227. La definizione tale aree è stata individuata estraendo la componente "boschi" dalle componenti ambientali del paesaggio del P.P.R. Regione Sardegna approvato con D.G.R. n. 36/7 del 5/9/2006 e relative N.T.A
- Beni da piano paesaggistico ai sensi dell'art. 143 co.1 lett i):
  - Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali;
  - Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini,

L'intervento in progetto rientra nell'ambito dell'Autorizzazione Unica (AU) introdotto con l' Art. 12 del Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n. 387 e sarà **sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)**

Inoltre, trattandosi principalmente di opere sotterranee, esse rientrano tra le casistiche di interventi esclusi dal rilascio di autorizzazione paesaggistica secondo il DPR 31 del 13/02/2017. In particolare, ricadono nelle casistiche di cui all'Allegato A del succitato decreto (Opere e interventi edili "liberi") e più in dettaglio: *"A.15. fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse*

 HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 16 di/of 79

o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm;"

#### 3.6.4 Aree Naturali Protette

Relativamente alle Aree protette in direzione est è presente un'area EUAP0944 denominata Parco nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu istituita con D.P.R. 30/03/1998 tale area risulta interessata dalla galleria di derivazione dell'invaso del Gusana ma **non è interessata** dagli interventi in oggetto. È inoltre presente una proposta di Oasi permanente di protezione faunistica e di cattura Ovodda-Gavoi (Oasi-NU-11), inserita nel Piano Faunistico Venatorio adottato con D.G.R. n. 66/28 del 23/12/2015. Tale area è riportata per completezza di indagine in quanto **non implica prescrizioni o indirizzi ai fini della fattibilità degli interventi** oggetto di analisi.

#### 3.6.5 Aree Soggette a Vincolo idrogeologico

L'area di intervento è **interamente ricadente in area soggetta a vincolo** per scopi idrogeologici in base a quanto indicato dal Regio Decreto n.3267/23.

#### 3.6.6 Sintesi delle interferenze con il sistema dei vincoli e delle tutele

Vincolo	Centrale	Condotta Forzata	Galleria di scarico	Pozzo Piezometrico
Vincolo idrogeologico ai sensi dell'art.1 del R.D.L. 3267/1923	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vincolo sulle aree percorse da incendio ai sensi della Legge 21/11/2000 n.353, "Legge-quadro in materia di incendi boschivi"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oasi permanenti di protezione faunistica proposta da Piano Faunistico Venatorio Regionale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aree naturali protette definite ai sensi della L 394/91	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142, comma 1 lett. b) del D.lgs. 42/2004: I territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142, comma 1 lett. c) del D.lgs. 42/2004: fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142, comma 1 lett. g) del D.lgs. 42/2004: i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento (Fonte PPR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Vincolo	Centrale	Condotta Forzata	Galleria di scarico	Pozzo Piezometrico
Beni da Piano paesaggistico dell'art. 143, comma 1 lett. i): Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Beni da Piano paesaggistico dell'art. 143, comma 1 lett. i): Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PAI – Aree a Pericolosità Geomorfologica	<input type="checkbox"/> Hg0	<input type="checkbox"/> Hg0	<input type="checkbox"/> Hg0	<input type="checkbox"/> Hg0
	<input type="checkbox"/> Hg1	<input type="checkbox"/> Hg1	<input checked="" type="checkbox"/> Hg1	<input type="checkbox"/> Hg1
	<input checked="" type="checkbox"/> Hg2	<input type="checkbox"/> Hg2	<input checked="" type="checkbox"/> Hg2	<input checked="" type="checkbox"/> Hg2
	<input type="checkbox"/> Hg3	<input checked="" type="checkbox"/> Hg3	<input type="checkbox"/> Hg3	<input type="checkbox"/> Hg3
	<input type="checkbox"/> Hg4	<input checked="" type="checkbox"/> Hg4	<input type="checkbox"/> Hg4	<input type="checkbox"/> Hg4
PAI – Aree a Rischio Geomorfologica	<input type="checkbox"/> Rg0	<input type="checkbox"/> Rg0	<input type="checkbox"/> Rg0	<input type="checkbox"/> Rg0
	<input checked="" type="checkbox"/> Rg1	<input checked="" type="checkbox"/> Rg1	<input checked="" type="checkbox"/> Rg1	<input checked="" type="checkbox"/> Rg1
	<input type="checkbox"/> Rg2	<input type="checkbox"/> Rg2	<input type="checkbox"/> Rg2	<input type="checkbox"/> Rg2
	<input type="checkbox"/> Rg3	<input checked="" type="checkbox"/> Rg3	<input type="checkbox"/> Rg3	<input type="checkbox"/> Rg3
	<input type="checkbox"/> Rg4	<input type="checkbox"/> Rg4	<input type="checkbox"/> Rg4	<input type="checkbox"/> Rg4
PAI – Aree di Prima Salvaguardia Strahler	<input checked="" type="checkbox"/> Strahler1	<input type="checkbox"/> Strahler1	<input type="checkbox"/> Strahler1	<input checked="" type="checkbox"/> Strahler1
	<input type="checkbox"/> Strahler2	<input type="checkbox"/> Strahler2	<input type="checkbox"/> Strahler2	<input type="checkbox"/> Strahler2
	<input type="checkbox"/> Strahler3	<input type="checkbox"/> Strahler3	<input type="checkbox"/> Strahler3	<input type="checkbox"/> Strahler3
	<input type="checkbox"/> Strahler4	<input type="checkbox"/> Strahler4	<input type="checkbox"/> Strahler4	<input type="checkbox"/> Strahler4
	<input type="checkbox"/> Strahler5	<input type="checkbox"/> Strahler5	<input type="checkbox"/> Strahler5	<input type="checkbox"/> Strahler5
	<input type="checkbox"/> Strahler6	<input type="checkbox"/> Strahler6	<input type="checkbox"/> Strahler6	<input type="checkbox"/> Strahler6

**Tabella 4** - Tabella di sintesi delle interferenze con il sistema dei vincoli e delle tutele.

 HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 18 di/of 79

## 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE

### 4.1 Aspetti generali

L'impianto di Cucchinadorza ( $H=312,5$  m,  $Q= 15$  m<sup>3</sup>/s,  $P=42$  MW,  $E=40$  GWh/anno) sfrutta il salto disponibile tra i serbatoi artificiali di Gusana e Cucchinadorza ed è attualmente composto dalle seguenti opere principali:

- Diga di Gusana (Tipo Arco Gravitá,  $H=88$  m);
- Opera di presa nell'invaso di Gusana;
- Galleria idraulica ( $D = 2,9$  m,  $L = 4,1$  km);
- Pozzo piezometrico ( $D =3$  m,  $H = 65$  m);
- Condotta forzata ( $D = 2$  m,  $L = 716$  m);
- Centrale a cielo aperto di Cucchinadorza ( $LxBxH = 50m \times 32m \times 17m$ , 2 gruppi Francis);
- Canale e galleria di sbocco.

La centrale di Cucchinadorza è entrata in servizio nel 1961, ed è stata ri-automatizzata alla fine degli anni '70. L'energia generata dagli alternatori trifase alla tensione di 10 kV viene successivamente elevata al valore di 150 kV e immessa nella Rete Nazionale di Trasporto nella vicina Stazione Elettrica di proprietà della società Terna S.p.A.

### 4.2 Serbatoio di monte: Gusana

#### 4.2.1 Tipologia e struttura della diga di Gusana

L'invaso di Gusana, realizzato tra il 1959 e il 1961 nel territorio di Gavoi, in provincia di Nuoro, sbarra il fiume Taloro tra monte Littederone e Nodu Nos Arcos. L'invaso serve per la regolazione stagionale delle portate del fiume Taloro per la produzione di energia elettrica nelle centrali di Taloro e Cucchinadorza. Lo sbarramento sottende un bacino imbrifero totale di 246,68 km<sup>2</sup>.

Lo sbarramento di Gusana è del tipo ad arco-cupola, in calcestruzzo; la struttura è delimitata da un giunto perimetrale continuo, trascinabile per uno sviluppo di 50 m, che separa il pulvino dalla volta, ed è protetto verso monte da lamierino di rame sagomato e nastro di gomma. La struttura a volta e il pulvino sono divisi in conci subverticali da 28 giunti di costruzione, posti ad interasse di circa 12 m. Detti giunti sono stati sigillati a ritiro avvenuto.

Sono state eseguite iniezioni di consolidamento e cucitura calcestruzzo-roccia su tutto il piano di posa della diga. È stato realizzato un diaframma impermeabilizzante con due schemi di iniezioni di cemento, rispettivamente a monte e a valle della struttura.

Lo sbarramento è dotato di uno scarico di superficie a luce libera ricavato in fregio al coronamento della diga, di uno scarico di superficie dotato di paratoie automatiche a settore e di uno scarico di fondo. I comandi degli organi di intercettazione degli scarichi sotto battente sono oleodinamici.



**Figura 5:** Diga di Gusana.



**Figura 6:** Invaso di Gusana.

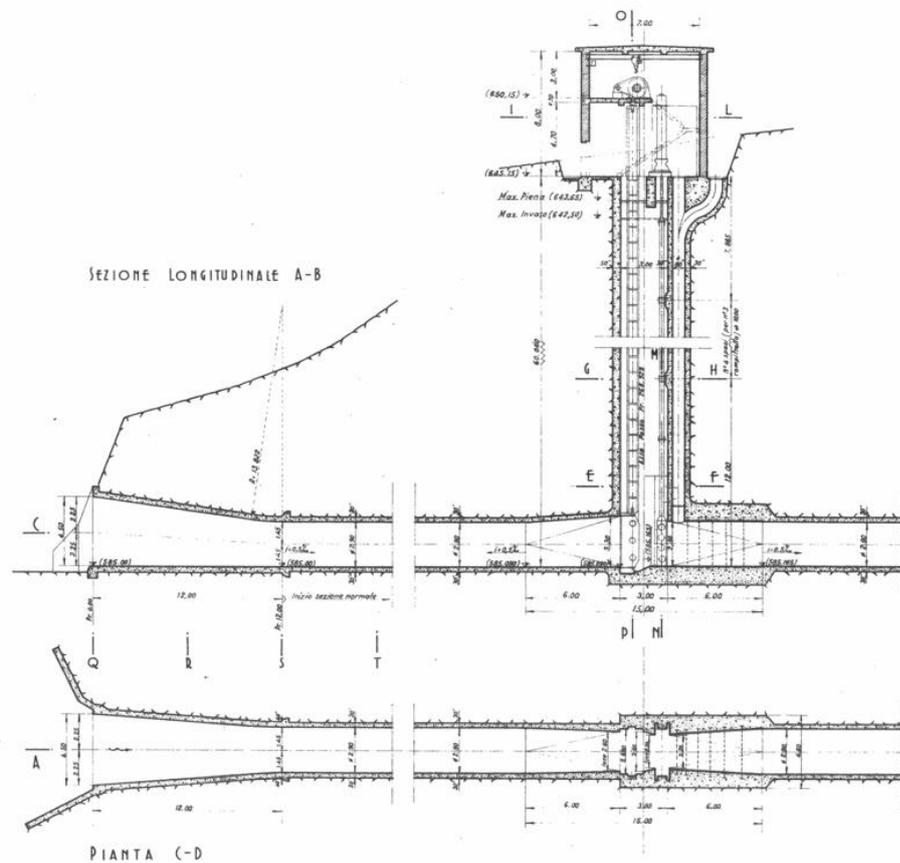
### **4.3 Impianto di generazione di Cucchinadorza**

L'impianto, situato in agro di Ovodda località Cucchinadorza, utilizza le acque del fiume Taloro con due gruppi Francis aventi ciascuno una portata di  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  che, sotto il salto idraulico di circa 312 m esistente tra i serbatoi artificiali di Gusana e Cucchinadorza, rendono all'asse una potenza di 21,2 MW. Ciascuna delle due turbine è accoppiata ad un generatore avente la potenza nominale di 26 MVA. La Centrale, entrata in servizio nel 1961, è stata ri-automatizzata alla fine degli anni '70.

#### *4.3.1 Opera di presa nel serbatoio di Gusana*

L'opera di presa nell'invaso di Gusana è di tipo convenzionale con imbocco e sezione a ferro di cavallo (BxH= 4,50 x 4,50 m) seguito da un convergente a 2,90 m.

L'opera di presa è controllata da un sistema di due paratoie piane BxH = 2,90 x 3,30 m installate alla base di un pozzo di H=60 m circa, ubicato a 70 m circa dall'opera di presa, con piattaforma di manovra alla quota 645,15 m s.l.m.

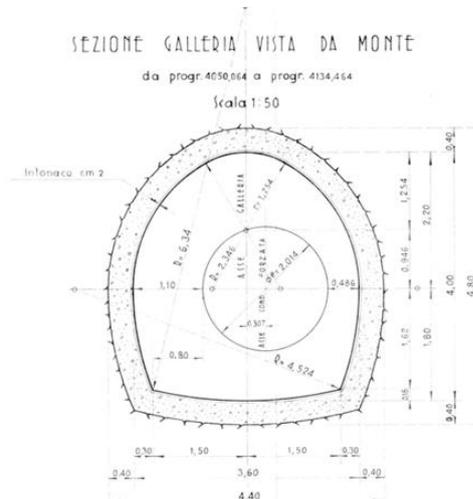


**Figura 7:** Opera di presa nell'invaso di Gusana (Atti di Collaudo, 1959)

#### 4.3.2 Galleria di adduzione

La galleria di derivazione in (bassa) pressione, con sezione idraulica a ferro di cavallo ( $B=3,60$  m,  $H=4,00$  m) collega l'opera di presa dell'invaso di Gusana in sponda destra con il pozzo. La galleria è rivestita in calcestruzzo con spessore  $s=30$  cm.

Il tracciato prevede una curva iniziale e successivamente un tratto rettilineo fino alla connessione con la condotta forzata, per una lunghezza totale di 4,05 km. Il tratto di monte (fino alla progressiva 2+031) è in leggera salita mentre il tratto di valle, in discesa, ha una pendenza dello 0,2%.

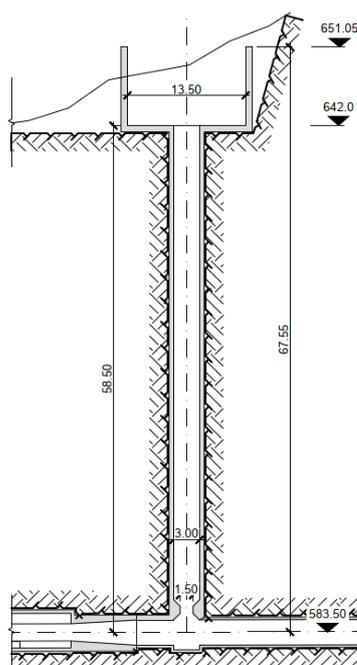


**Figura 8:** Sezione tipo della galleria di derivazione (Atti di Collaudo, 1959)

#### 4.3.3 Pozzo di espansione di monte

Il pozzo di espansione di monte intercetta la galleria alla progressiva 4+030.ed ha un'altezza di 66 m con un diametro di 3 m ed un restringimento alla base (orifizio) di 1,5 m.

La parte sommitale del pozzo prevede una sovrelevazione di 9 m d'altezza con una vasca allargata di 13,50 m di diametro interno.



**Figura 9:** Pozzo di oscillazione di monte.



**Figura 10:** Parte sommitale del pozzo di oscillazione di monte – Sopralluogo Lombardi 2021.



**Figura 11:** Parte sommitale del pozzo di oscillazione di monte – Sopralluogo Lombardi 2021.

#### 4.3.4 Camera valvola

La camera valvola, in testa alla condotta dell'impianto di Cucchinadorza ospita una valvola a farfalla di recente installazione (a seguito di sostituzione della valvola precedente).



**Figura 12:** Camera valvole – esterno – Sopralluogo Lombardi 2021.



**Figura 13:** Interno camera valvola – Sopralluogo Lombardi 2021.

#### 4.3.5 Condotta forzata

La condotta forzata (D = 2 m, L = 716 m) inizia a quota 583,26 m s.l.m., dopo la camera valvole, con una curvatura verso valle, immersa nel blocco di ancoraggio superiore denominato V5 e che accompagna il percorso curvo. La condotta forzata è installata lungo il pendio con pendenze del 65/70%, e presenta appoggi scorrevoli ogni 8,25 m nel tratto di monte, ed ogni 9 metri nei tratti finali, fino a raggiungere il blocco di ancoraggio V4. La distanza tra i blocchi V5 e V4 è di 153,38 m. Successivamente la condotta prosegue con pendenza intorno al 50% ed appoggi spazati ogni 12 metri, fino a raggiungere il blocco V3, distante 191,4 metri. Nel V3 avviene un nuovo cambio di pendenza, raggiungendo circa il 20% e proseguendo con appoggi scorrevoli ogni 12 metri fino al blocco di ancoraggio V2 a 215,82 m. A questo punto si ha un forte cambio di pendenza entrando nella roccia, con la biforcazione che raggiunge i gruppi di Francis di produzione.

La condotta forzata, dal blocco V5 fino a 41,75 metri dopo il blocco di ancoraggio V4, è stata interamente sostituita con un intervento di rifacimento che ha interessato il tubo, i supporti scorrevoli ed i blocchi di ancoraggio. Il nuovo tubo è di qualità minima "Acciaio S355J2G3" avente spessore minimo effettivo di 9 mm.



**Figura 14:** Condotta forzata – Sopralluogo Lombardi 2021.

#### 4.3.6 Centrale

La centrale attualmente presenta le seguenti caratteristiche:

– Numero gruppi:	2
– Salto lordo:	312,50 m
– Portata derivabile:	15 m <sup>3</sup> /s
– Potenza efficiente:	No.2 Francis, P.I. = 41,6 MW
– Producibilità media annuale:	39,94 GWh
– Potenza generatori:	52,00 MVA
– Potenza turbine:	42,40 MW

L'energia generata dagli alternatori trifasi alla tensione di 10 kV viene successivamente elevata al valore di 150 kV e immessa nella Rete Nazionale di Trasporto nella vicina Stazione Elettrica di proprietà della società Terna S.p.A. L'impianto è di tipo regolante, contribuisce cioè, alla regolazione potenza/frequenza della rete.



**Figura 15:** Vista aerea dell'area del complesso della centrale di Cucchinadorza e adiacenze (Google Earth, 2020)



**Figura 16:** Edificio della centrale – vista da Sud-Ovest – Sopralluogo Lombardi 2021.

L'edificio della centrale è un fabbricato con struttura in calcestruzzo armato e tamponamenti di dimensioni 50 m x 32 m x 17 m, con buon grado di manutenzione e non presenta danni strutturali evidenti.

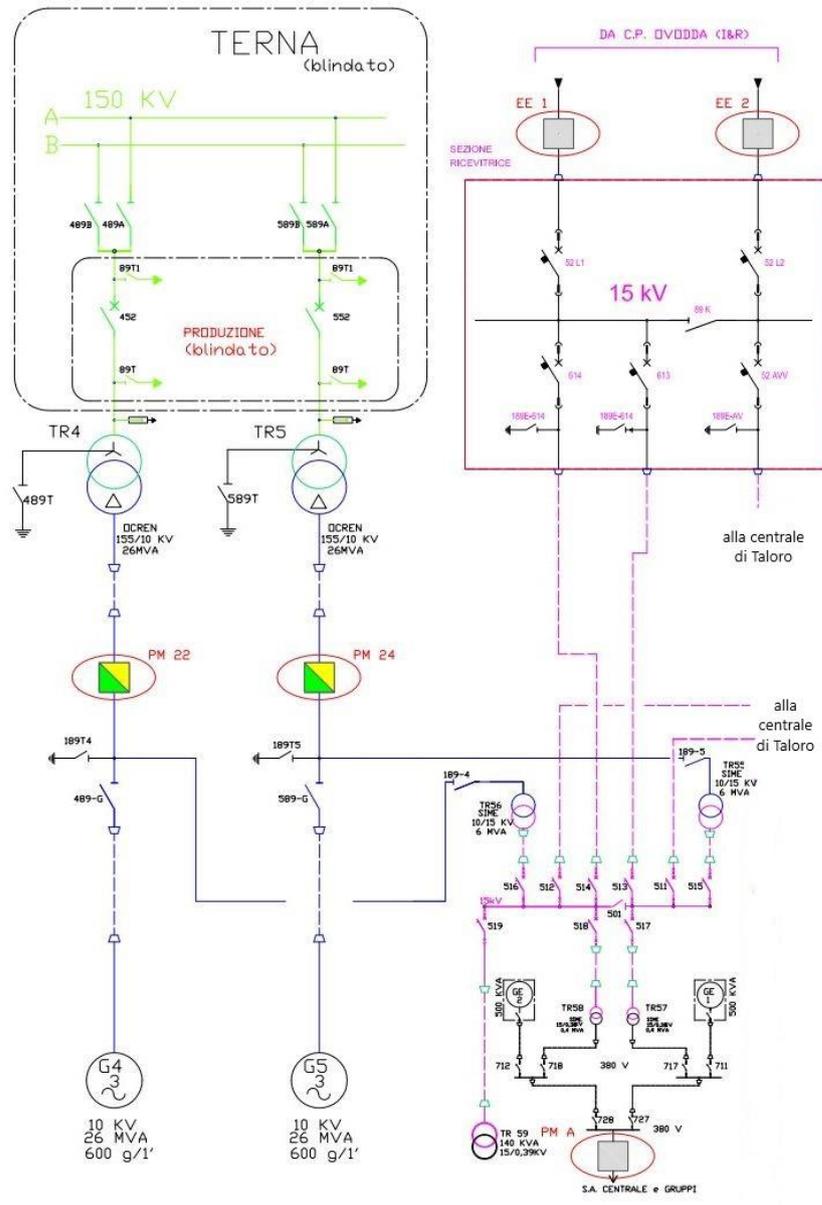


**Figura 17:** Edificio della centrale – vista da Sud – Sopralluogo Lombardi 2021.

Lo schema della centrale attuale prevede due gruppi di sola generazione, entrambi dotati di turbine Francis verticali da 21,2 MW cadauna, di costruzione Franco Tosi, per una portata unitaria nominale di 7,5 m<sup>3</sup>/s, un salto nominale di 312,5 m e 600 rpm; le macchine idrauliche sono rigidamente accoppiate a generatori trifase sincroni da 26 MVA ciascuno (potenza apparente totale pari a 52 MVA), fattore di potenza nominale 0,8, tensione nominale 10kV, velocità nominale 600 giri/1', di costruzione Ocren.

In centrale è presente una sezione MT a 15 kV, alla cui sbarra si attestano:

- Due linee in arrivo a 15 kV della Distribuzione, provenienti dalla stazione ricevitrice alimentata dalla Cabina Primaria di Ovodda;
- Due alimentazioni in arrivo provenienti dai montanti di ciascun gruppo di generazione, via trasformatori di adattamento 10/15 kV da 6 MVA l'uno;
- Due partenze verso la sezione servizi ausiliari della centrale di Cucchinadorza, che alimentano due trasformatori 15/0,38 kV da 400 kVA l'uno;
- Due partenze verso la sezione servizi ausiliari della centrale di Taloro;
- Una partenza verso un TR 15/038 kV da 140 kVA.

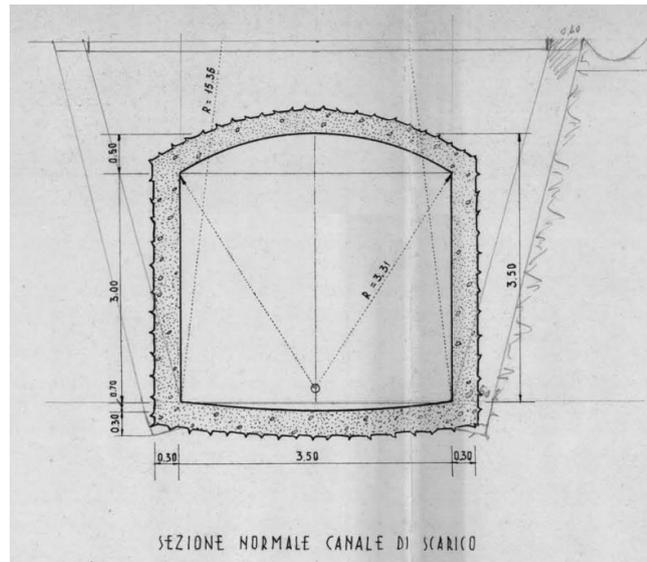


**Figura 18:** Schema unifilare di potenza della centrale esistente (fonte: ENEL, riadattata)

I servizi ausiliari in alternata della centrale prevedono due barrature distinte di arrivo, alimentate ciascuna da una delle partenze sopra descritte dal quadro MT 15 kV via TR da 400 kVA nonché da un gruppo elettrogeno da 500 kVA; le due componenti così definite alimentano un sistema di sbarre unico, da cui vengono poi derivate le utenze dei gruppi e dei servizi generali di centrale (tra cui il caricabatterie della sezione in continua).

#### 4.3.7 Opere di scarico

Lo scarico della centrale è costituito da un canale in calcestruzzo sotterraneo che transita lateralmente alle aree occupate dalla stazione Terna a 220 kV.



**Figura 19:** Sezione normale canale di scarico

Esso ha uno sviluppo pressoché rettilineo su una lunghezza di circa 120 m a partire dalla fine dei diffusori e termina nel lago di Cucchinadorza, nella sponda immediatamente a nord della stazione 220 kV Terna.

#### 4.3.8 Sottostazione

Ogni generatore della centrale è accoppiato al proprio trasformatore elevatore 10/155 kV da 26 MVA: ambedue le macchine statiche sono installate all'esterno, in posizione prospiciente alla centrale.

La sezione AT dei trasformatori esce in corda: sono presenti opportuni scaricatori e quindi dei passanti AT isolati per il collegamento via cavo in cunicolo alla stazione GIS di TERNA a 150kV, collocata nell'edificio a sud dell'area.

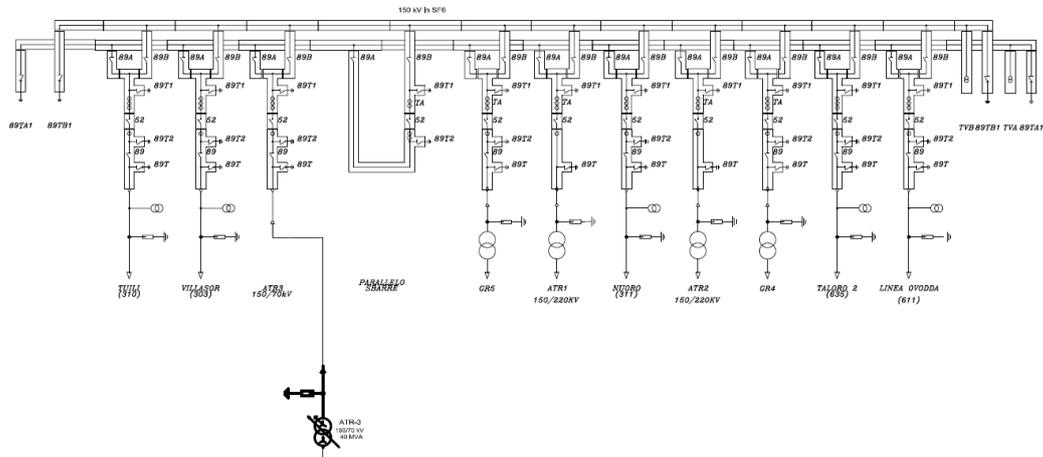


Figura 20: Schema unifilare impianto di Taloro – Cucchinadorza, sezione GIS a 150kV (fonte: ENEL)

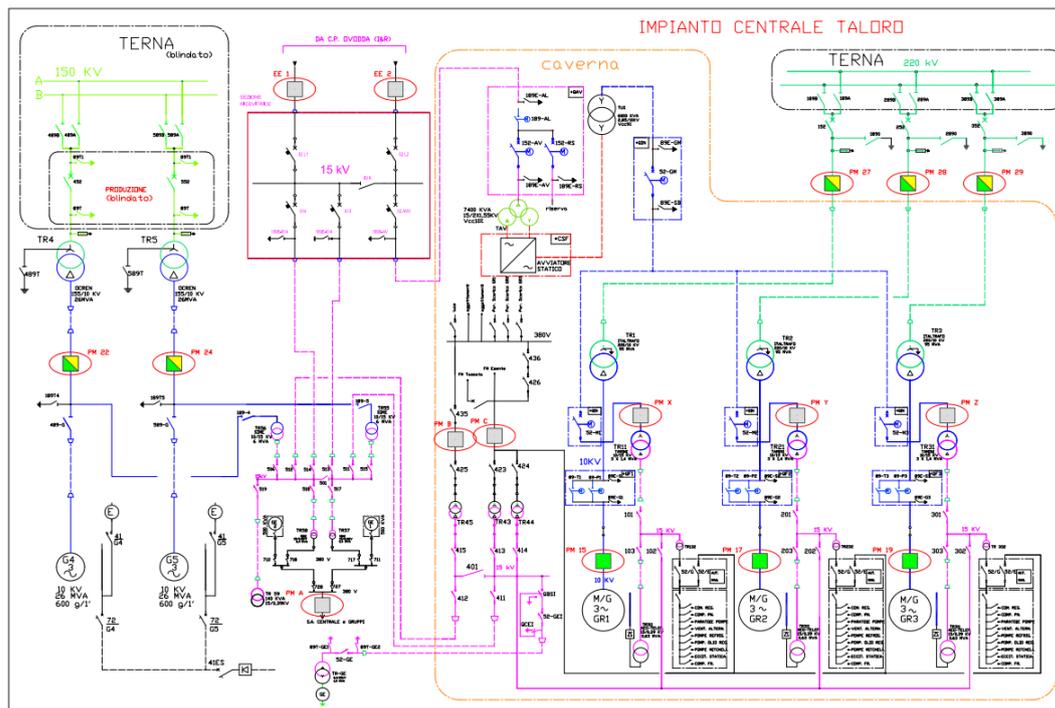


Figura 21: Schema unifilare impianto di Taloro – Cucchinadorza (fonte: ENEL – Impianto Idroelettrico di generazione e pompaggio del Taloro)

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 32 di/of 79

#### **4.4 Invaso di Cucchinadorza**

##### *4.4.1 Tipologia e struttura della diga di Cucchinadorza*

Lo sbarramento di Cucchinadorza è costituito da una diga a gravità massiccia ordinaria in calcestruzzo (Aa1). Il lago, dalla forma allungata e irregolare a “virgola”, si estende sui confini dei comuni di Teti, Ollolai e Ovodda. La superficie del lago è di circa 1,23 km<sup>2</sup> e l'altitudine è circa 350 m s.l.m. Non confina né tantomeno ricade all'interno di aree Natura 2000 o di pregio naturalistico. L'accesso alla diga di Cucchinadorza è assicurato dalla Strada Provinciale n. 4 Olzai-Teti che all'ottavo km corre sul coronamento diga. Da ambe due le spalle della diga si accede al cunicolo interno al corpo diga, sia di ispezione che di raccolta dei drenaggi.

Ai sensi del paragrafo 2 delle “Linee guida per la predisposizione dei progetti di gestione degli invasi e per l'esecuzione delle operazioni”, allegato alla Delib. G.R. n. 13/12 del 04/03/2008, il bacino di Cucchinadorza è classificabile come “Grande invaso”.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 33 di/of 79

## 5. CONVERSIONE AD IMPIANTO DI POMPAGGIO

### 5.1 Aspetti generali

Sulla base dei dati disponibili la committenza ha ritenuto opportuno procedere a convertire l'impianto di generazione esistente (potenza installata = 42 MW,  $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in un impianto reversibile di generazione/pompaggio così caratterizzato:

- Potenza installata = 41,47 MW,  $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$  in generazione
- Potenza installata = 40,62 MW,  $Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$  in pompaggio

Lo schema progettuale è stato sviluppato cercando di minimizzare l'impatto ambientale e preservando, per quanto possibile, le strutture esistenti. La soluzione individuata prevede:

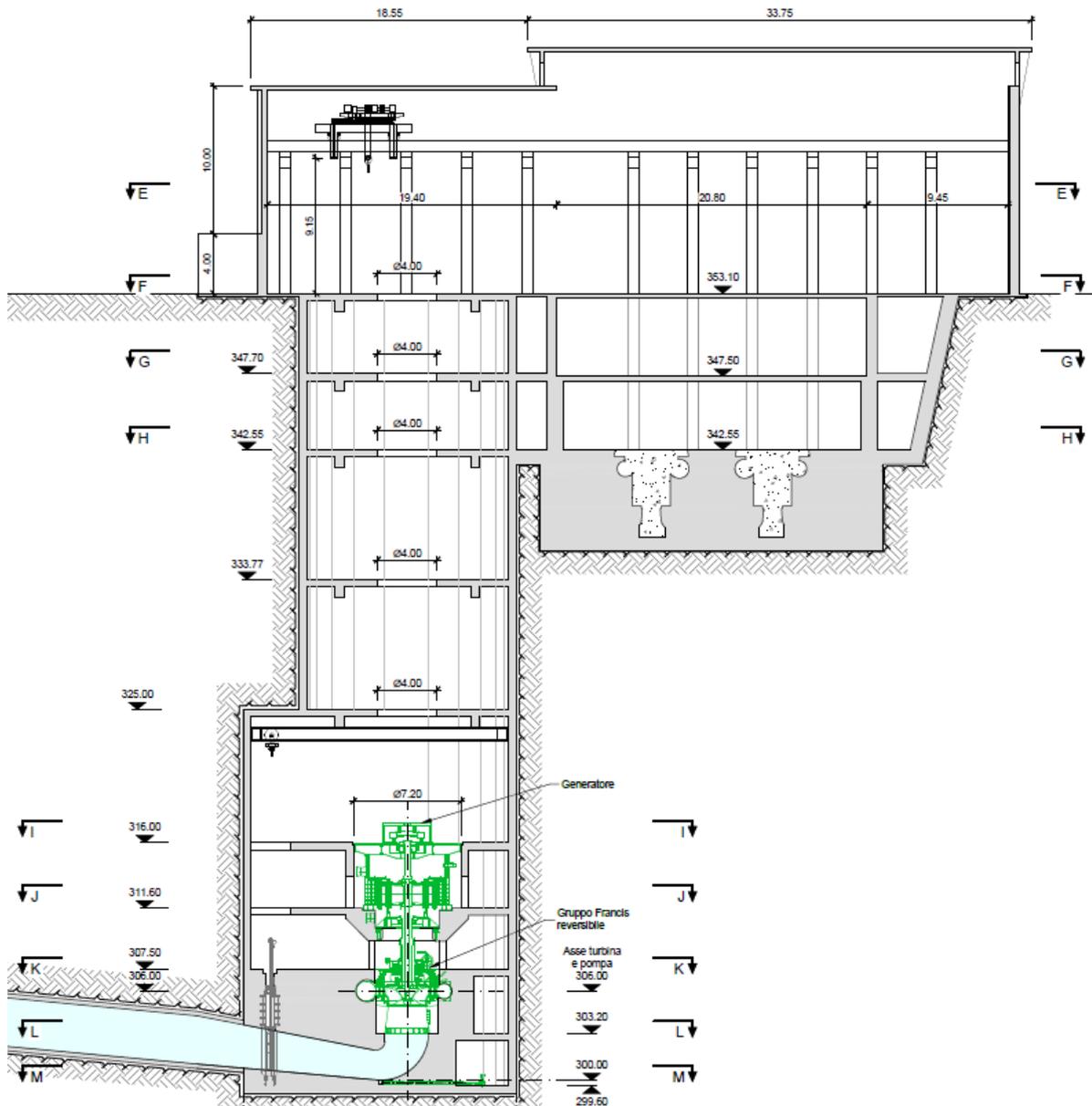
- realizzazione di un nuovo pozzo in centrale, al fine di installare una turbina reversibile tipo Francis (con asse a quota 306,00 m s.l.m.) ribassata di circa 35 m rispetto all'asse delle macchine esistenti;
- sostituzione del tratto terminale della condotta forzata esistente ( $D = 2.0 \text{ m}$ );
- costruzione di una galleria di scarico ( $D = 3,5 \text{ m}$ ,  $L = 335 \text{ m}$ ) tra la centrale ed il lago di Cucchinadorza;
- realizzazione di un nuovo pozzo piezometrico a valle della turbina;
- adeguamento volumetrico del pozzo piezometrico di monte;
- connessione alla stazione esistente di Cucchinadorza.

### 5.2 Descrizione generale degli interventi

Vengono descritte in termini generali le principali modifiche che devono essere apportate per passare da un impianto che funge da generatore elettrico ad un impianto di generazione e pompaggio, passando da due gruppi attuali ad un gruppo di circa il doppio di generazione. Tale modifica è inizialmente destinata ad essere realizzata con l'attuale impianto in funzione, dopo aver risistemato varie attrezzature e impianti, per procedere alla realizzazione della nuova opera ed infine ad integrare le opere esistenti e nuove. I capitoli seguenti descrivono le opere da eseguire, le apparecchiature elettromeccaniche da considerare, gli spazi necessari per queste e per i servizi ausiliari, le interconnessioni elettriche e gli schemi di controllo e sicurezza. Allo stesso modo, viene descritta una proposta costruttiva che fungerà da quadro per stabilire un programma e un costo preliminare del progetto.

La centrale di Cucchinadorza, allo stato di progetto, sarà caratterizzata da un pozzo verticale al di sotto dell'edificio realizzato al fine di approfondire la fondazione esistente dalla quota 336 m s.l.m. alla

quota 306 m s.l.m. e permettere dunque l'installazione della turbina reversibile e la conversione del sistema ad impianto di generazione/pompaggio (v. **Figura 22**).



**Figura 22:** Centrale di Cucchinadorza: stato di progetto.

Nel pozzo saranno alloggiati il nuovo gruppo di generazione/pompaggio, le opere elettromeccaniche e tutti i servizi ausiliari. Il trasformatore sarà posizionato all'aperto sul piazzale, dinanzi alla centrale al posto di quelli esistenti.

Le unità reversibili sono apparecchiature di generazione e pompaggio, che quindi richiedono sostanzialmente meno condotte, meno spazio per l'alloggiamento e comportano il vantaggio economico di installare un'unica macchina operante per entrambi i funzionamenti.

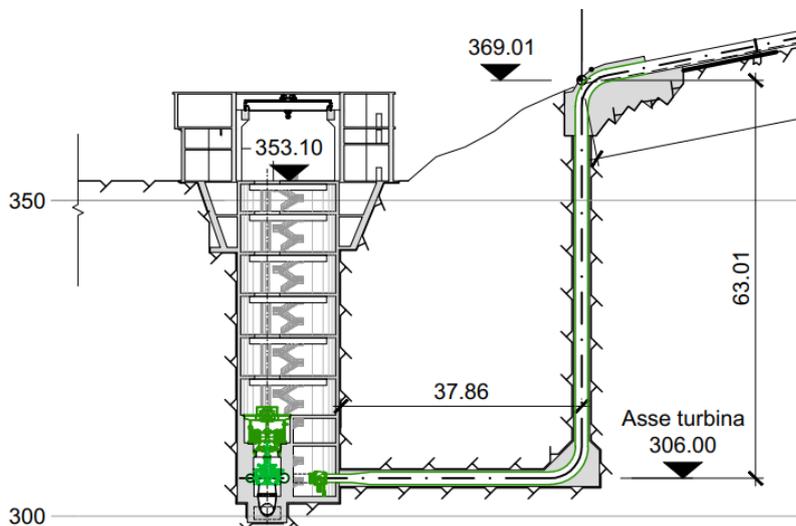
Questo tipo di gruppi richiede tuttavia un notevole approfondimento dell'unità, al fine di garantire un battente minimo sull'asse macchina ad evitare fenomeni di cavitazione in fase di pompaggio. Pertanto, l'asse dei gruppi è previsto a quota 306 m s.l.m., con una sommergenza minima fissata in via preliminare pari a 21,30 m sotto il livello di minima regolazione del serbatoio di valle.

Si riportano di seguito i livelli principali della centrale:

– Piano baia di montaggio:	353,10 m s.l.m.
– Sala macchine:	316,10 m s.l.m.
– Piano del generatore:	311,60 m s.l.m.
– Piano della turbina reversibile:	307,40 m s.l.m.
– Asse della turbina reversibile	306,00 m s.l.m.
– Pavimento della valvola:	295,50 m s.l.m.
– Platea di fondazione:	299,03 m s.l.m.

La centrale rappresenta l'opera di maggiore onere realizzativo di tutto l'impianto, sia per le caratteristiche del gruppo di generazione/pompaggio che vi sarà installato, sia per le dimensioni dello scavo e la complessità della struttura in pozzo da realizzarsi all'interno dell'edificio esistente.

Il tracciato attuale della condotta forzata esistente è stato modificato al fine di limitare le perdite di carico e garantire l'accesso nel pozzo alla quota di progetto 306,00 m s.l.m.



**Figura 23:** Condotta forzata: stato di progetto.

A valle del diffusore della turbina, a quota 302,67 m s.l.m., ha origine la galleria di scarico e di aspirazione delle acque tra la centrale e il lago di Cucchinadorza, dal diametro interno di 3,5 m e lunga circa 230 m. La galleria dovrà consentire sia la restituzione a pelo libero delle portate turbinate che il prelievo delle portate da pompare. La galleria verrà realizzata con una pendenza del 9,46% da valle verso monte per diminuirne decisamente la lunghezza, con le due quote di partenza e di arrivo regolate dalla profondità dell'asse macchina all'ingresso e dalla sommergenza in uscita nel lago.

Nel tratto terminale della galleria di derivazione, immediatamente a monte del raccordo con la condotta forzata è posizionato un pozzo piezometrico di altezza approssimativa di 70 m, diametro di 3 m e allargamento di 13,5 m negli ultimi 5 m in testa. Si riassumono di seguito le caratteristiche del pozzo:

- Livello della giunzione del pozzo con il tunnel 585,00 m s.l.m.
- Diametro della strozzatura alla base del pozzo 1,50 m
- Diametro pozzo 3,00 m
- Livello camera di espansione superiore 646,90 m s.l.m.
- Diametro pozzo camera di espansione 13,5 m
- Livello coronamento camera di espansione 651,05 m s.l.m.

Dall'analisi di moto vario, si è verificato che il pozzo piezometrico esistente non sia adeguato a garantire un corretto funzionamento idraulico del sistema durante le fasi di transitorio. Si prevede pertanto l'adeguamento del pozzo esistente approfondendo di circa 10 m la camera di espansione di testa con ampiezza 13.5 m. Si riportano di seguito le caratteristiche del pozzo nella configurazione di progetto:

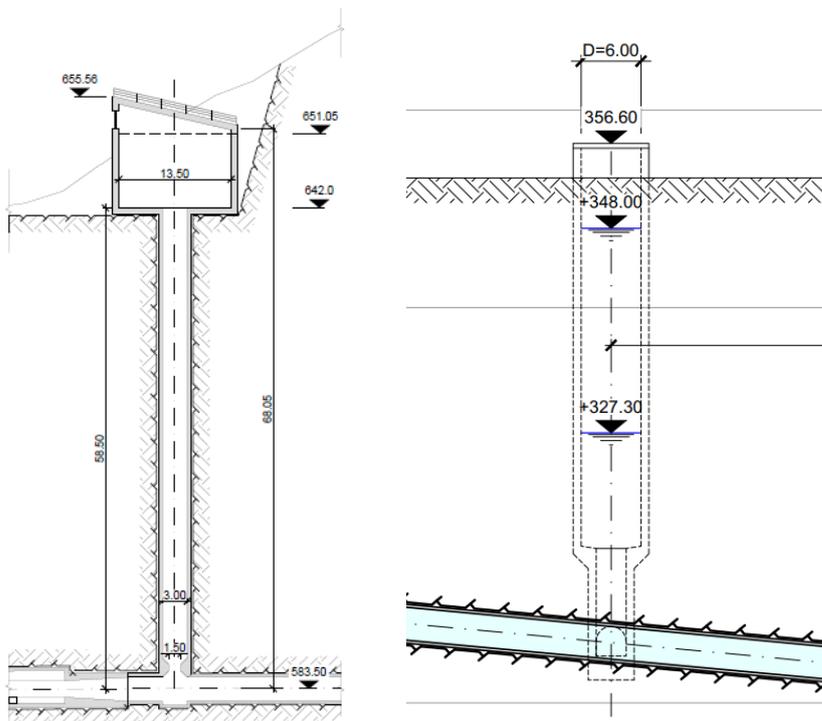
- Livello della giunzione del pozzo con il tunnel 585,00 m s.l.m.
- Diametro della strozzatura alla base del pozzo 1,50 m
- Diametro pozzo 3,00 m
- Livello camera di espansione superiore 640,00 m s.l.m.
- Diametro pozzo allargato 13,5 m
- Livello coronamento camera di espansione 651,05 m s.l.m.

La conversione dell'impianto di generazione esistente in un impianto reversibile di generazione/pompaggio ha reso necessaria la realizzazione di nuove opere idrauliche compatibili alla configurazione di progetto. Tra queste, è stato previsto un pozzo piezometrico posizionato a circa 50 m a valle della turbina con lo scopo di assorbire le sovrappressioni dovute al colpo d'ariete generate a seguito di interruzioni dell'alimentazione in fase di pompaggio.

Il pozzo piezometrico in progetto presenta le seguenti caratteristiche:

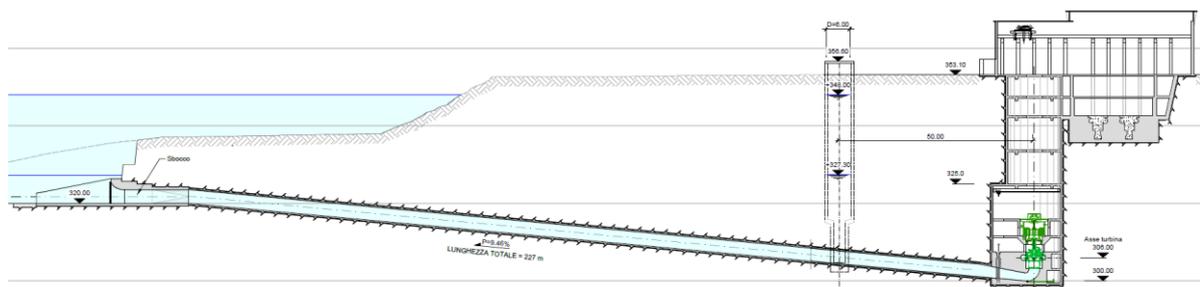
- Livello della giunzione del pozzo con il tunnel 307,00 m s.l.m.
- Diametro della strozzatura alla base del pozzo 3 m
- Diametro pozzo 6,00 m
- Livello coronamento pozzo 356,60 m s.l.m.

Si riporta di seguito una illustrazione dei pozzi piezometrici in progetto:



**Figura 24:** Pozzo piezometrico di monte (sinistra) e di valle (destra): stato di progetto.

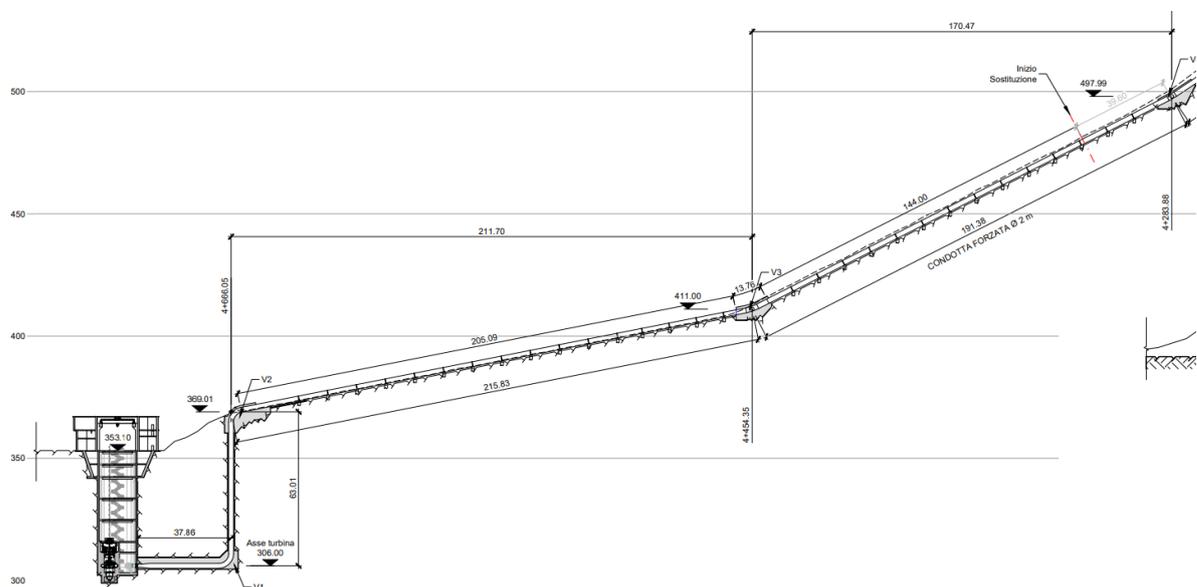
La galleria di scarico avrà una lunghezza di circa 200 m e sarà allineata in direzione Sud-Ovest a partire dalla centrale.



**Figura 25:** Profilo longitudinale della galleria di scarico.

### 5.2.1 Condotta forzata

La condotta forzata ha subito un recente intervento di ristrutturazione, dal pozzo piezometrico fino a circa 40 metri dopo il blocco di ancoraggio V4. Tale ristrutturazione ha incluso una nuova valvola, supporti intermedi, demolizione e parziale ripristino dei blocchi di ancoraggio V5 e V4. Tenuto conto che tutti questi lavori sono stati eseguiti meno di 3 anni fa, si propone una verifica di tale tratto e la sostituzione della sola porzione di condotta forzata non ancora sostituita, ottenendo un rinnovamento completo della condotta forzata, vedi **Figura 26**.

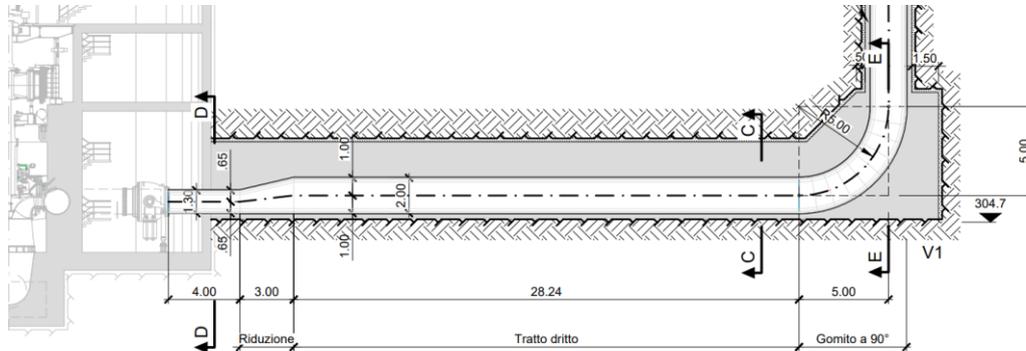


**Figura 26:** Sostituzione della condotta forzata.

Nella configurazione del nuovo impianto, la condotta forzata verrà inghisata in un pozzo verticale scavato in corrispondenza del blocco V2 con un successivo tratto rettilineo, di lunghezza 38 m, che raggiunge il gruppo pompa-turbina previsto in centrale.

Le principali caratteristiche della diramazione terminale sono rappresentate in **Figura 27**:

- |                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| a) Altezza asse collettore:     | 306 m slm |
| b) Lunghezza tratto rettilineo: | 28,25 m   |
| c) Diametro interno:            | 2,0 m     |
| d) Riduzione:                   | 3,0 m     |
| e) Diametro interno             | 1,3 m     |
| f) Lunghezza:                   | 4 m       |



**Figura 27:** Caratteristiche del tratto finale

Le caratteristiche dell'acciaio considerate nell'analisi effettuata in questo studio sono:

- S355J2+N Tipo di acciaio (UNI EN 10025)
- $\sigma_u = 510$  MPa Resistenza alla trazione
- $\sigma_y = 345$  MPa Punto di snervamento
- $\sigma_{amm} = 170$  MPa Tensione ammissibile
- $E = 210000$  MPa Modulo di elasticità

Come standard di progettazione, è stato adottato il ASCE-79 Steel Penstocks, dal quale sono state effettuate le seguenti verifiche:

*Spessore minimo necessario per il trasporto e la movimentazione:*

$$t_{1min} = D / 288$$

$$t_{2min} = (D + 20in) / 400$$

dove t è lo spessore e D il diametro della Condotta.

Il rivestimento in acciaio deve sopportare la pressione interna dovuta alla prevalenza dell'acqua ed alla sovrappressione del colpo d'ariete. Lo spessore necessario per resistere ai carichi imposti:

$$t_{3min} = (P \times D) / (2 \times \sigma_{amm})$$

dove

- $t_{3min}$  è lo spessore (mm)
- P pressione interna (MPa)
- D diametro della condotta (mm)

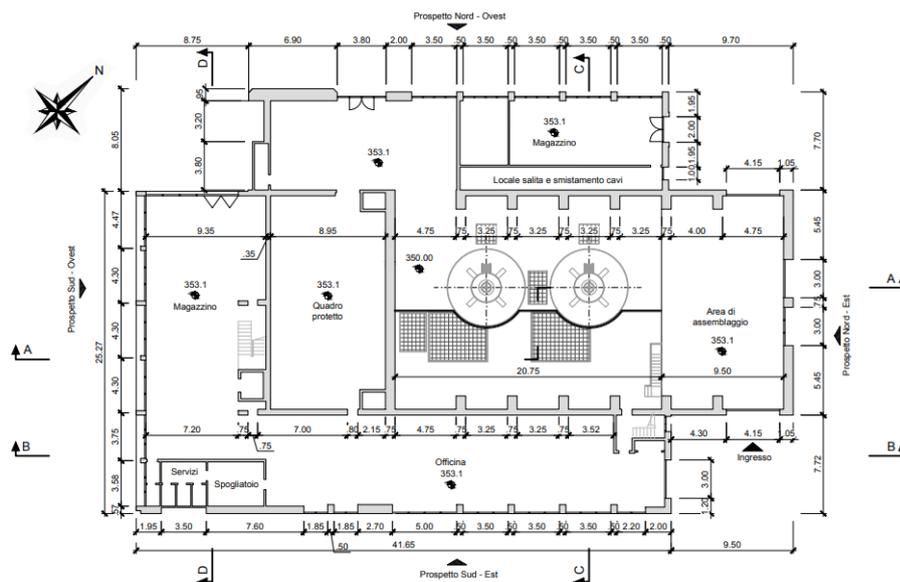
Allo spessore valutato analiticamente si aggiunge 1 mm per considerare eventuali assottigliamenti dovuti alla corrosione. Per il calcolo dello spessore la condotta è stata suddivisa in 5 tratti diversi in corrispondenza dei blocchi di ancoraggio.

Nodo	Blocchi V5	Blocchi V4	Blocchi V3	Blocchi V2	Blocchi V1	Manifold
Diametro (m)	2	2	2	2	2	1,3
Lunghezza tratto (m)	108,95	153,38	191,38	215,83	63,01	37,86
Quota nodo (m s.l.m.)	583,26	497,99	411,00	369,01	306,00	306,00
Carico idrostatico (m)	59,24	144,51	231,5	273,49	336,5	336,5
Sovraccarico da colpo d'ariete (m)	± 9	± 22	± 37	± 55	± 60	± 62
t1 (mm)	8	8	8	8	8	6
t2 (mm)	8	8	8	8	8	6
t3 (mm)	4	10	16	19	23	16
t (mm) di progetto	10	10	19	19	26	16

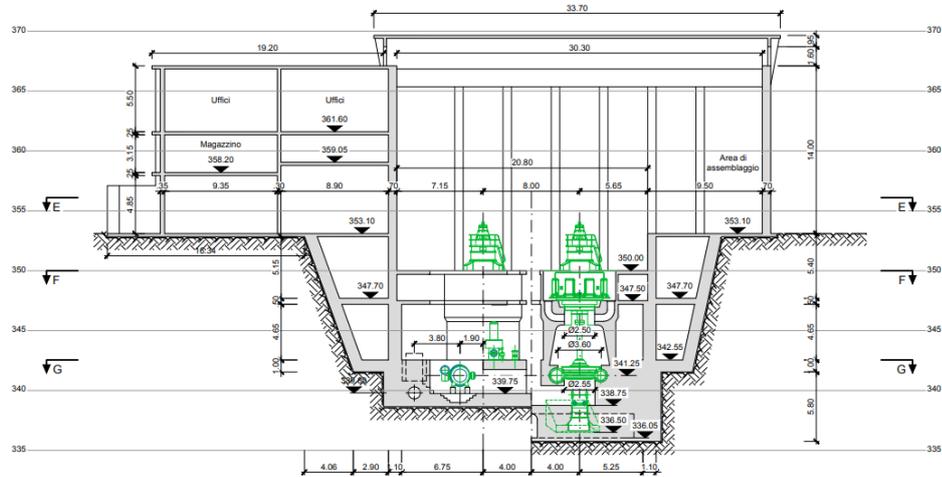
**Tabella 5:** Valutazione dello spessore della condotta per i diversi tratti

### 5.2.2 Opere civili per l'installazione del nuovo gruppo reversibile

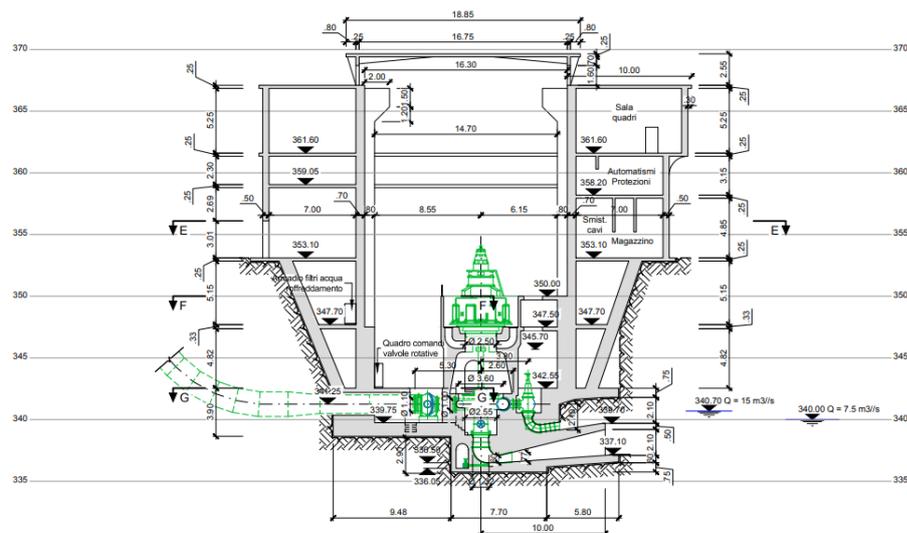
L'edificio attuale viene descritto nelle seguenti figure: **Figura 28**, **Figura 29**, **Figura 30**:



**Figura 28:** Pianta centrale

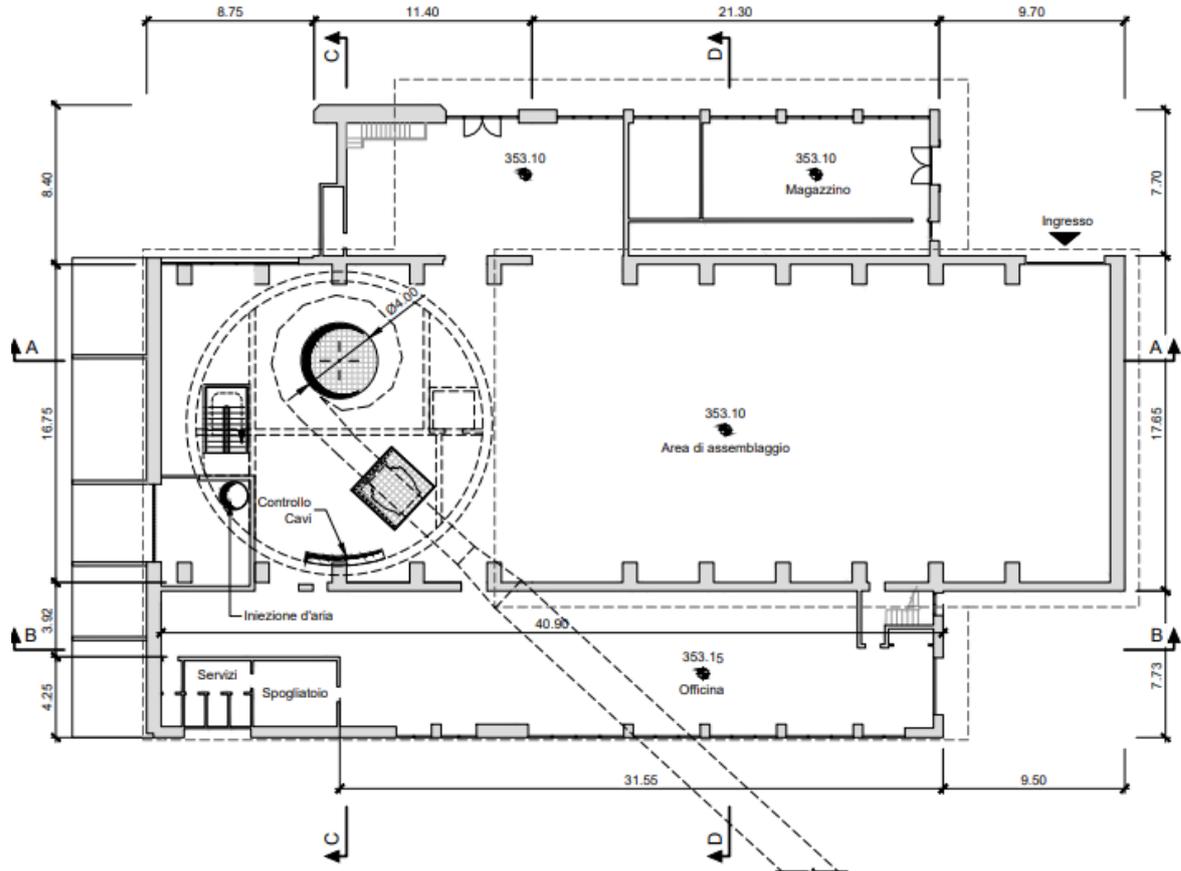


**Figura 29:** Sezione longitudinale centrale

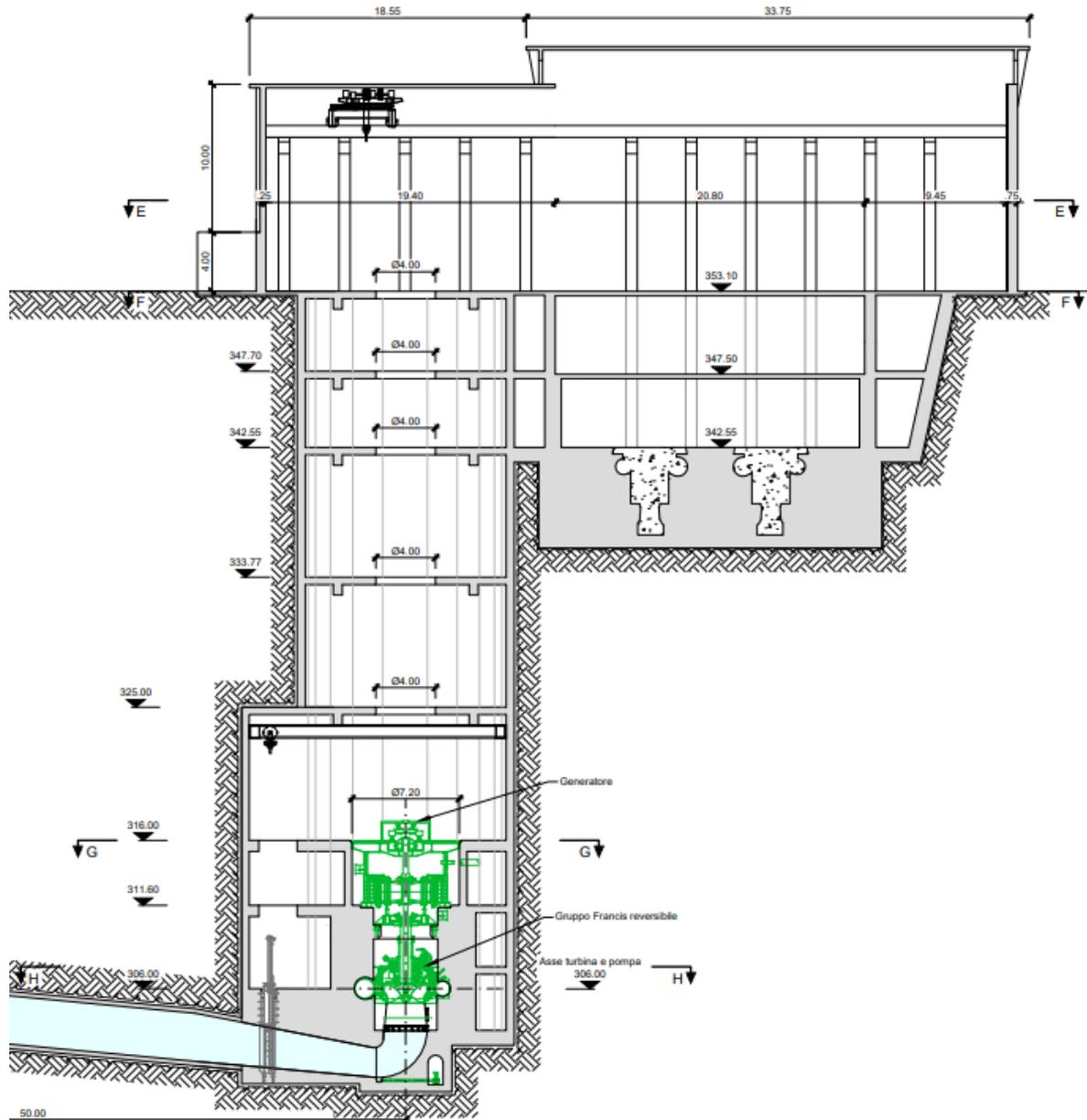


**Figura 30:** Sezioni trasversali centrale

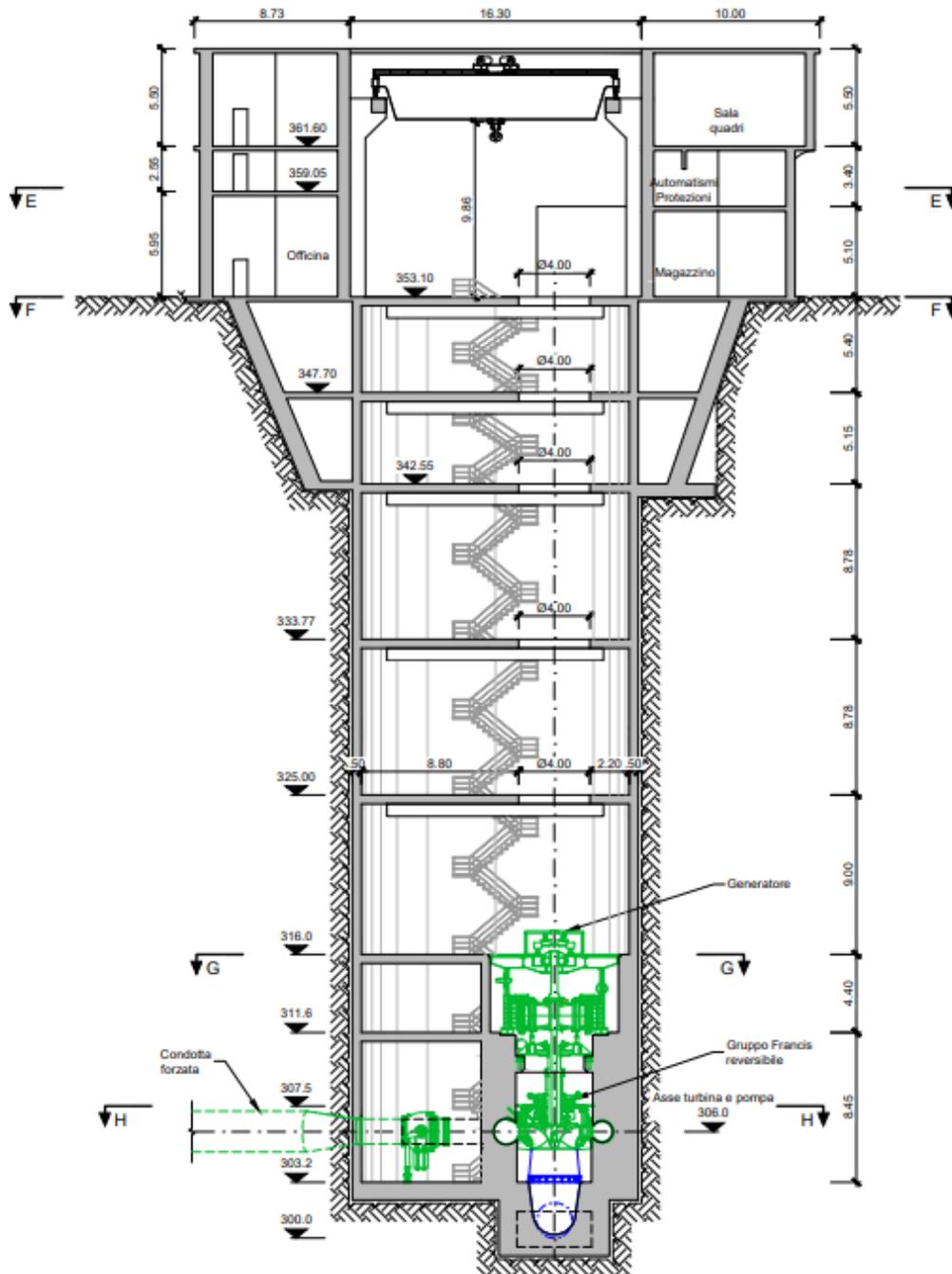
Come descritto in precedenza, l'intervento prevede l'installazione di nuovo gruppo reversibile con asse a quota 306 m s.l.m.. La configurazione finale della centrale sarà quella presentata nelle seguenti figure: **Figura 31**, **Figura 32**, **Figura 33**:



**Figura 31:** Piante centrale di progetto

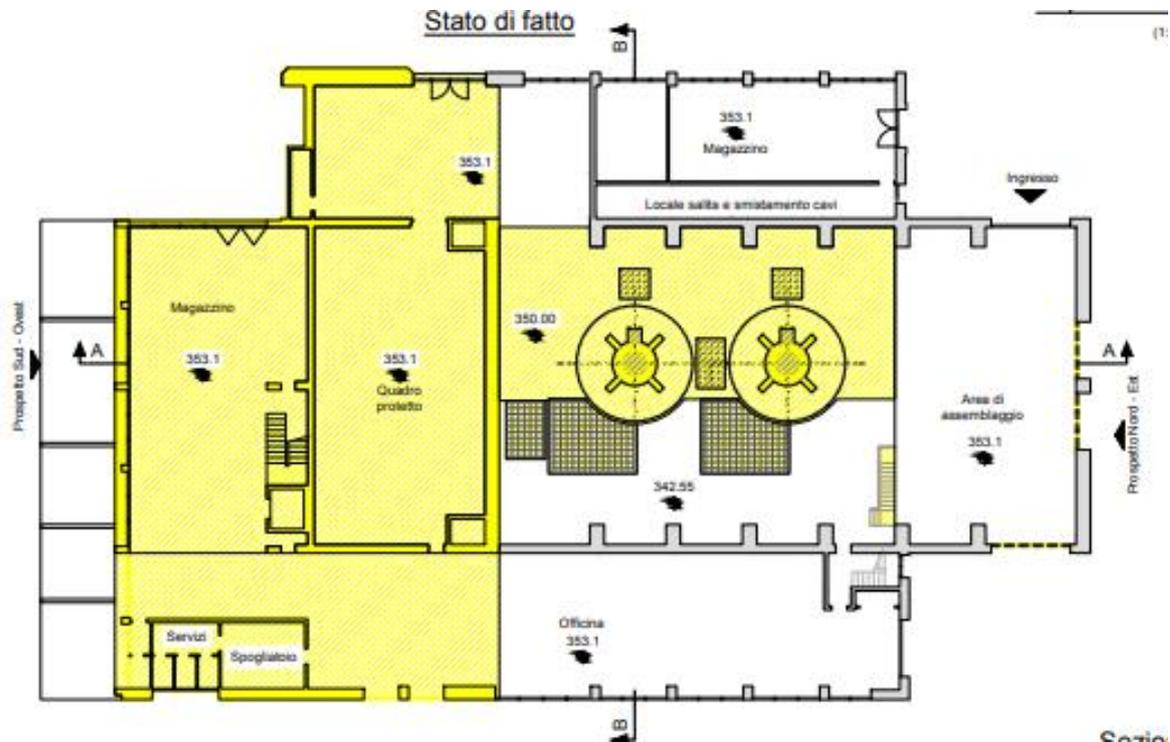


**Figura 32:** Sezione longitudinale centrale di progetto



**Figura 33:** Sezione trasversale centrale di progetto

Per ottenere la configurazione di cui sopra, il settore sud-ovest dell'edificio verrà inizialmente demolito, come mostrato nella **Figura 34**:



**Figura 34:** Piante centrale – Settore da demolire

Trasferendo le apparecchiature elettromeccaniche situate nel settore da demolire nei settori che non saranno interessati, il funzionamento e la generazione delle unità esistenti possono continuare durante la costruzione del pozzo e del tunnel di scarico. Una volta completate le opere civili dei settori indicati, si fermerà il funzionamento dell'impianto e si inizierà con la sostituzione delle condotte forzate nel settore inferiore, la costruzione del pozzo, l'innesto in centrale ed il relativo montaggio elettromeccanico.

#### 5.2.2.1 Opere strutturali in centrale

Il sistema strutturale che compone il nuovo pozzo per il gruppo reversibile e le sue installazioni ausiliarie avranno la seguente disposizione:

- Un solaio circolare con ricavati passaggi circolari o rettangolari. Secondo la raccomandazione ACI318, lo spessore minimo della soletta con travi è:

$$h_{min} = \frac{l(0.8 + \frac{fy}{1400 MPa})}{36 + 9(\frac{l}{l_c})} = 28 \text{ cm}$$

Viene adottato uno spessore di 50 cm in considerazione dei numerosi passaggi da garantire.

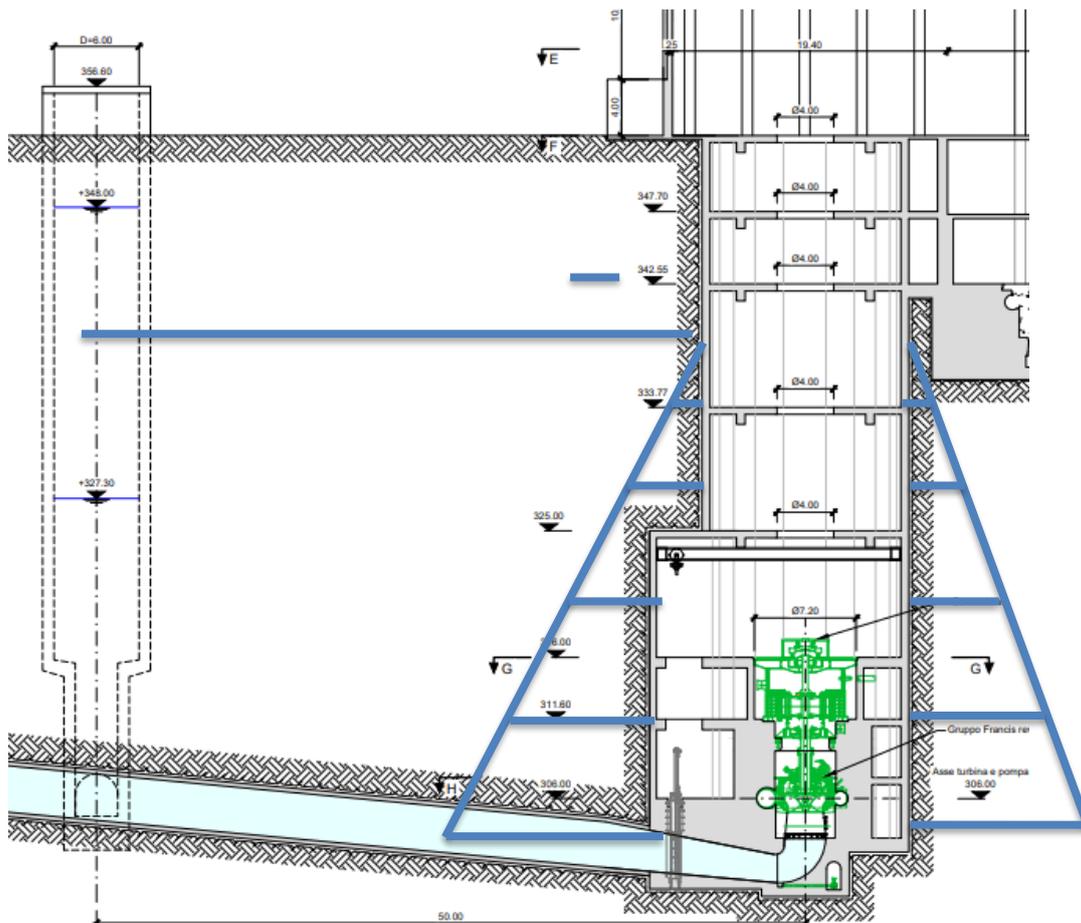
- Come complemento, si propone l'inserimento di travi adiacenti ad alcuni passaggi, per assicurare la resistenza e deformabilità delle stesse. Il calcolo è svolto considerando la luce maggiore:

$$h_{vmin} = \frac{17 \text{ m}}{16} = 110 \text{ cm}$$

Si adottano travi da 120 cm x 60 cm.

- Lo spessore del rivestimento secondario è fissato a 50 cm, per mantenere la rigidità relativa con i solai, per poter generare un incasso corretto e per garantire abbastanza spazio per posizionare l'armatura di collegamento tra il rivestimento e le lastre e le travi.

Allo scopo di una verifica preliminare si ipotizza la falda alla quota 328 m s.l.m., **Figura 35**:



**Figura 35:** Carico idrostatico

Massimo spinta idrostatica:  $C_i := 30 \cdot m \cdot 10 \cdot \frac{kN}{m^3}$        $C_i = 300 \frac{kN}{m^2}$

Radio:  $r_a := 8.5 \cdot m$

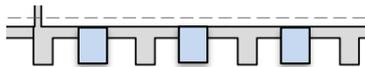
Forza di compressione:  $p_c := C_i \cdot r_a$        $p_c = 2550 \frac{kN}{m}$

Spessore:  $t_m := 50 \cdot cm$

Tensione di compressione:  $\sigma_m := \frac{p_c}{t_m}$        $\sigma_m = 5 \text{ MPa}$       Valore ammissibile

Nell'edificio della centrale verrà installato un nuovo carroponete con una capacità di 100 ton in grado di movimentare il rotore dell'impianto. La porzione di nuova costruzione della struttura sarà dimensionata per i carichi derivanti dalle caratteristiche del nuovo gruppo e l'edificio esistente dovrà avere nuove colonne costruite in affiancamento a quelle esistenti.

Il sistema di fondazione dipenderà dalle strutture esistenti ed il progetto finale dovrà integrare sia le fondazioni nuove che quelle esistenti per creare un unico sistema che funzioni rigidamente e fornisca sollecitazioni sufficientemente contenute e tali da soddisfare i valori ammissibili che saranno determinati ed approfonditi nella prossima fase del progetto, in base agli studi di campo.



353.10  
  
 Area di assemblaggio



**Figura 36:** Possibile schema con colonne di rinforzo.

### 5.3 Metodo costruttivo

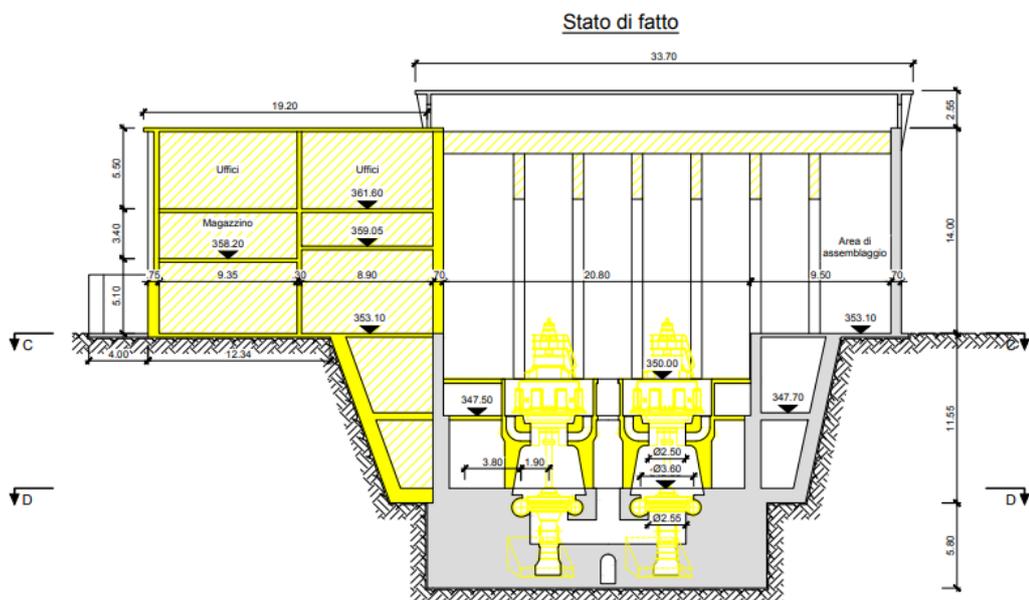
#### 5.3.1 Aspetti generali

Viste la quantità di calcestruzzo coinvolte nell'intervento (circa 11'000 m<sup>3</sup>) non si prevede l'installazione di un impianto di betonaggio all'interno dell'area di cantiere.

L'impianto potrà essere installato nelle immediate vicinanze o potrà essere usato un impianto esistente nel paese di Ottana (previa verifica della sua disponibilità e funzionalità).

Il metodo costruttivo descritto di seguito si applica allo scavo dei pozzi, cunicoli e gallerie, così come la demolizione di parte dell'edificio esistente. Questa proposta di metodo costruttivo non è un requisito o un obbligo da soddisfare come una specifica tecnica, ma è una proposta che mostra la fattibilità costruttiva e permette una ragionevole valutazione economica delle opere.

- [1] Come primo passo, si propone di trasferire tutte le apparecchiature elettromeccaniche e i servizi di supporto situati nell'area da demolire.
- [2] Successivamente inizia il lavoro di demolizione, partendo dalla rimozione degli infissi e delle finestre, continuando con la demolizione delle pareti in muratura o altro materiale non strutturale, fino a quando la struttura non sarà esposta in superficie, vedi **Figura 37**.



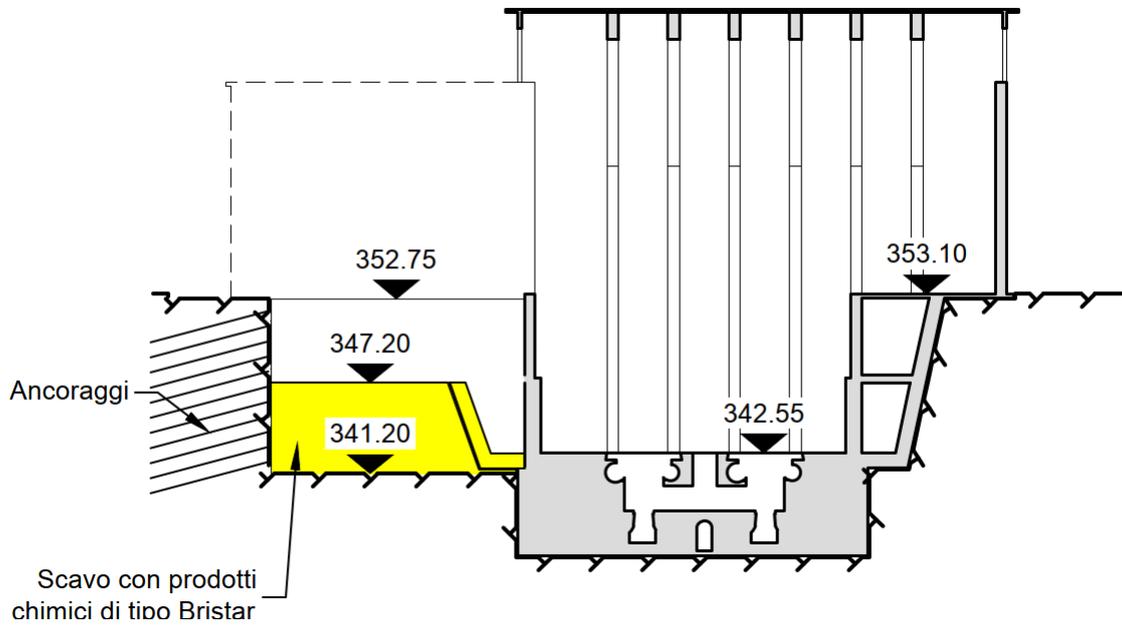
**Figura 37:** Settore da demolire

 HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 49 di/of 79

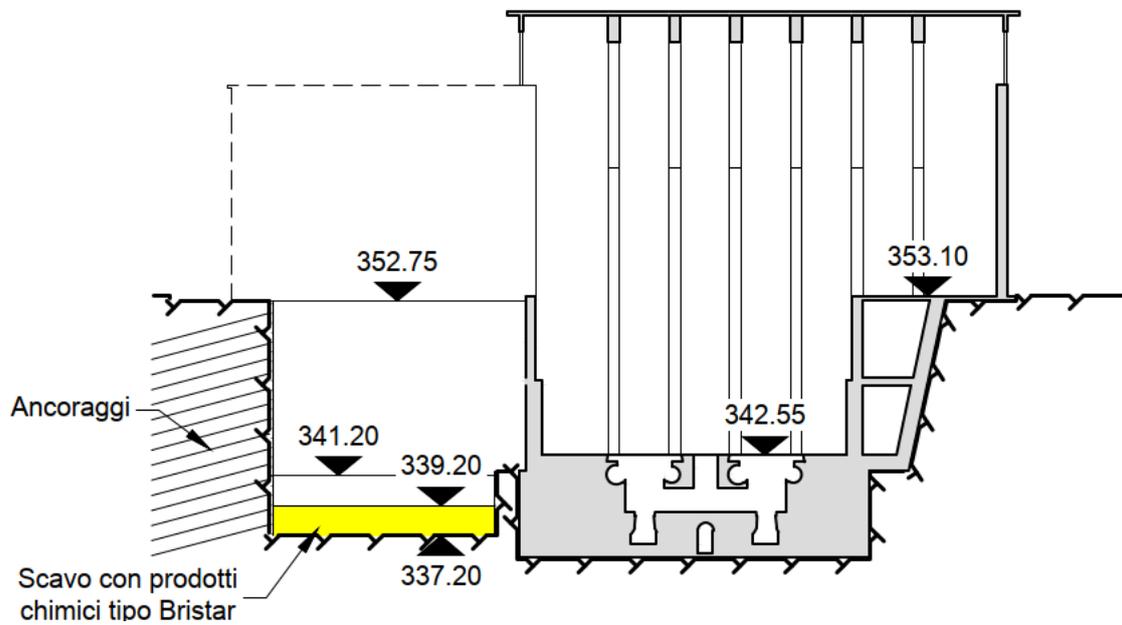
- [3] Si inizia quindi la demolizione parziale della struttura in calcestruzzo armato, tenendo conto che la parte non da demolire deve rimanere in uso, pertanto andrà prontamente messa in sicurezza, rigorosamente puntellata e continuamente monitorata. In seguito, la struttura da demolire dovrà essere strutturalmente separata da quella da lasciare in esercizio. Per evitare danni alla struttura da conservare, si suggerisce l'uso della tecnica dell'idrodemolizione per le parti in calcestruzzo e l'uso di disco diamantato per il taglio delle armature. Con la struttura già separata e puntellata, tagliare e rimuovere dall'alto verso il basso, oppure, con il processo di idrodemolizione con successivo taglio e rimozione dell'armatura.
- [4] Con il fabbricato parzialmente demolito, fino alla base del piano di campagna, dopo opportuna pulizia, potranno iniziare i lavori di scavo del pozzo, come descritto di seguito. Una volta completati i lavori di scavo del pozzo e completata la struttura all'interno del pozzo, l'edificio esistente andrà collegato al nuovo ed opportunamente ancorato e rinforzato.

### 5.3.2 Scavi e sostegni in centrale

- [5] Una volta che la demolizione della struttura esistente è stata completata ed il sito è stato preparato, inizieranno i lavori di scavo del pozzo per il nuovo gruppo pompa-turbina. Si stima che i primi metri saranno in materiale sciolto (da confermare con opportune indagini nelle fasi successive di progetto). Supponendo che la roccia sia ad una profondità di circa 5 metri ci si troverebbe ancora a livello della struttura dell'edificio esistente e dei mezzanini, ovvero in una porzione di fabbricato che andrà conservata. Si propone pertanto un metodo di scavo poco invasivo, utilizzando prodotti chimici espansivi (vedi **Figura 39**) posizionati dall'alto con un trackdrill, in modo da non generare vibrazioni e possibili fessurazioni derivanti da onde esplosive o martellamento. Una volta che la roccia viene fratturata con l'espansione, un mezzo per il carico dello smarino viene calato nel pozzo ed il materiale viene trasportato con benne movimentate da un argano installato in superficie.



**Figura 38:** Scavo con divieto all'uso di esplosivo



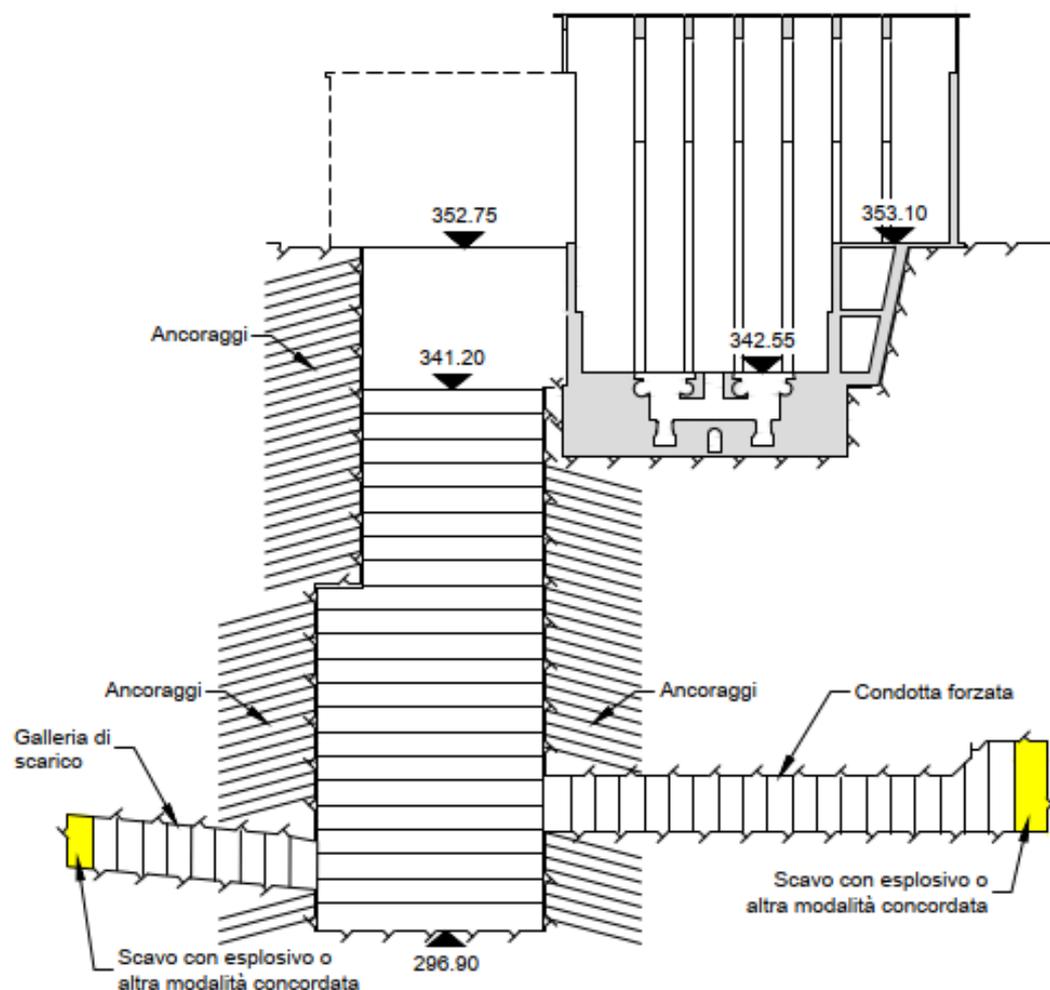
**Figura 39:** Scavo con divieto all'uso di esplosivo

[6] Una volta che il materiale è stato rimosso, si collocano ancoraggi o bulloni e si rinforza il calcestruzzo sulle pareti laterali. La densità degli ancoraggi e lo spessore del calcestruzzo

spruzzato saranno determinati con i sondaggi sul campo che saranno effettuati nelle fasi successive del progetto.

- [7] Lo scavo continuerà con questa metodologia fino alla quota 333 m s.l.m. Superata tale quota, lo scavo potrà proseguire sostituendo l'espansore chimico con materiale esplosivo o un altro mezzo di scavo. Nel caso in cui venissero ancora generate vibrazioni significative, lo scavo con l'espansore chimico può essere approfondito finché le vibrazioni non sono più dannose per l'edificio esistente.
- [8] Una volta raggiunta la quota 305 m s.l.m, inizia lo scavo della galleria di scarico fino a raggiungere il pozzo di oscillazione di valle mediante scavo convenzionale, vedi **Figura 40**.

Per lo scavo del pozzo di oscillazione di valle sarà inizialmente realizzata la perforazione fino ad intercettare l'allineamento della galleria di scarico e successivamente scavato con raise borer dal basso verso l'alto col diametro finale di 3 m.



**Figura 40:** Scavo galleria di scarico

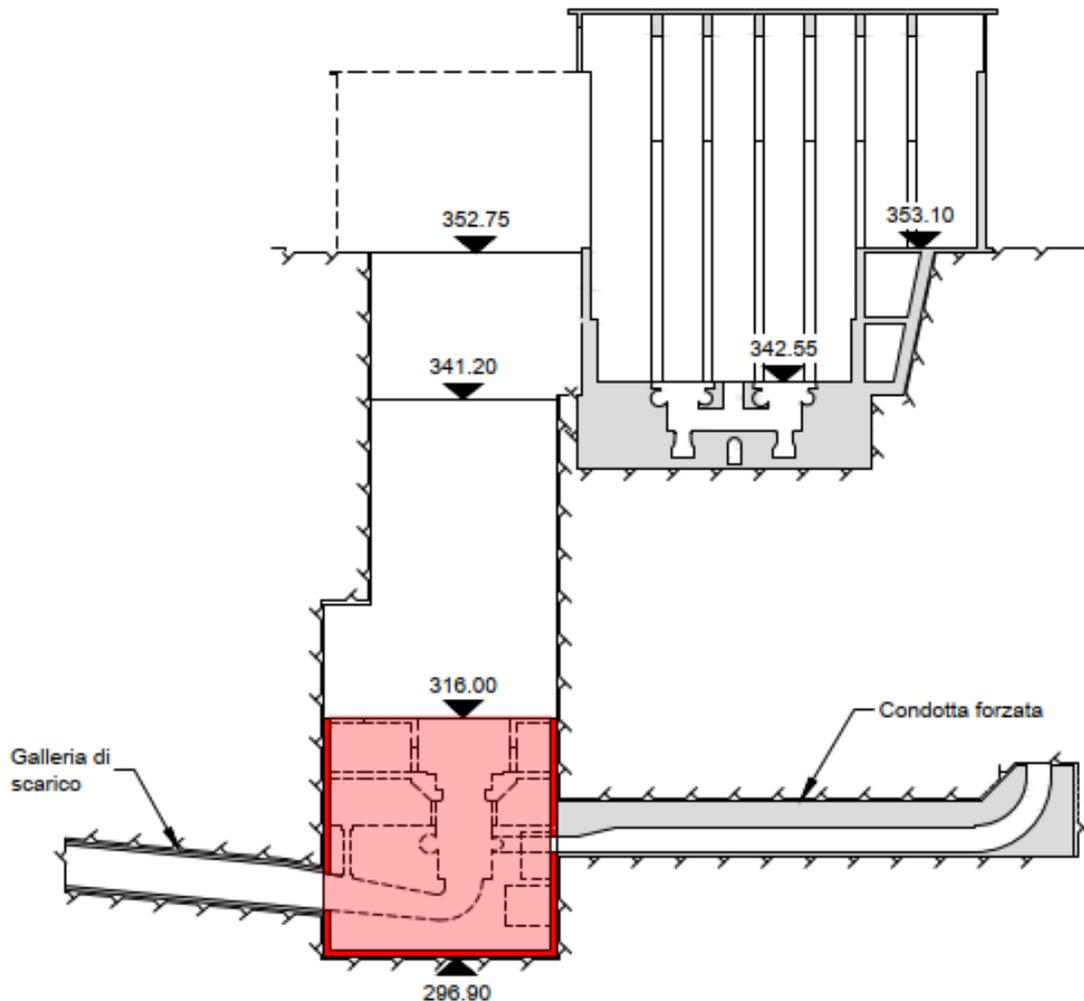
		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 52 di/of 79

[9] Una volta completata la galleria di scarico fino al pozzo piezometrico, si potrà procedere allo scavo del tratto orizzontale inferiore della condotta forzata impiegando gli stessi macchinari, nel tratto in cui la galleria orizzontale si unisce alla centrale ed al pozzo.

Una volta terminato lo scavo e completati i sostegni primari e le perforazioni di drenaggio, si farà il foro verticale dalla parte superiore della condotta forzata (in corrispondenza del blocco V2) fino alla camera di allargamento prevista alla base del pozzo per l'installazione della testa fresante de raise borer, che sarà introdotto dal pozzo della centrale.

[10] Una volta che gli scavi del pozzo della centrale, della condotta forzata e del pozzo piezometrico sono stati completati, potrà essere gettato in opera il rivestimento in calcestruzzo. Nel caso del pozzo, l'anello di calcestruzzo del rivestimento sarà realizzato per conci successivi procedendo dal basso verso l'alto, puntellando e cementando i solai del mezzanino e le sue travi di sostegno. Infine, i diversi componenti che saranno assorbiti nel calcestruzzo verranno calati all'interno del pozzo per essere posizionati e bloccati con i getti di riempimento del diffusore e della camera a

spirale.



**Figura 41:** Calcestruzzo armato in pozzo

[11] Nel caso della condotta forzata, le virole saranno prima posizionate e saldate per essere successivamente bloccate con inghisaggio in roccia.

### 5.3.3 Opere di scarico

La costruzione della galleria di scarico è prevista su due fronti. Da un lato, per mezzo di un jumbo e di un'attrezzatura per lo smarino, si procederà dal pozzo piezometrico verso l'opera di scarico e di presa stessa.

Per la costruzione dell'opera di presa e di scarico, si propone l'esecuzione di cassoni cellulari che generano un involucro stagno, da cui la struttura corrispondente può essere costruita a secco in modo che alla transizione, l'inizio della galleria possa essere realizzata come uno scavo a cielo aperto, fino

al contatto con la roccia. La progettazione dei cofferdams e la lunghezza da costruire a secco ed a cielo aperto dipenderanno dai profili stratigrafici del suolo e della roccia, così come dalle loro proprietà meccaniche e di permeabilità.

#### 5.3.4 Cantierizzazione

Le aree destinate alla cantierizzazione sono state definite in modo da non invadere l'attuale sottostazione, le aree di Terna ed i rispettivi accessi, vedi **Figura 42**:



**Figura 42:** Pianta di Cantierizzazione

Per la cantierizzazione sono stati ubicati, in via preliminare: gli uffici, l'infermeria, i servizi igienici, gli spogliatoi e le officine. Allo stesso modo, sono state identificati gli spazi per la raccolta del materiale da costruzione, la circolazione all'interno delle aree di cantiere e le aree di parcheggio dei mezzi da cantiere.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 55 di/of 79

## 5.4 Aspetti idraulici

Nello specifico rapporto (*GRE.EEC.R.29.IT.H.15768.00.160.00 - Relazione Idraulica*) si riportano i calcoli idraulici relativi al progetto di conversione a pompaggio dell'impianto di Cucchinadorza.

Sono state condotte le analisi idrauliche utili a verificare il funzionamento delle opere in progetto durante la fase di generazione e pompaggio, ponendo particolare attenzione al calcolo delle perdite di carico lungo il sistema e all'analisi dei fenomeni transitori.

### 5.4.1 Perdite di carico

I calcoli effettuati considerano le perdite di carico distribuite che si sviluppano, per effetto dell'attrito, lungo la galleria di derivazione, la condotta forzata e la galleria di restituzione e quelle concentrate legate a variazioni nella geometria e alle singolarità del sistema.

Considerando lo schema di progetto, le perdite di carico totali nel sistema calcolate in fase di generazione, considerando una massima portata turbinabile di 15 m<sup>3</sup>/s, ammontano a 15,38 m.

Relativamente alla fase di pompaggio, considerando una massima portata di 12 m<sup>3</sup>/s, le perdite totali nel sistema risultano pari a 9.16 m.

A seguito del calcolo delle perdite di carico, è stato possibile determinare il salto netto del progetto e conseguentemente definire la potenza massima in fase di generazione e pompaggio:

	Salto lordo massimo [m]	Perdite di carico [m]	Salto netto massimo [m]	Efficienza [-]	Potenza massima [MW]
<b>Generazione</b>	315.20	15.38	299.82	0.94	41.47
<b>Pompaggio</b>	315.20	9.16	324.36	0.94	40.62

**Tabella 8:** Potenza dell'impianto di generazione/pompaggio.

Per maggiori dettagli relativamente al calcolo delle perdite di carico ed alle ipotesi assunte si rimanda al documento "GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.101.02 *Relazione Idraulica*".

### 5.4.2 Verifica del transitorio

I fenomeni transitori compaiono in un sistema idraulico quando si verificano variazioni più o meno improvvise del flusso. Negli impianti idroelettrici, queste variazioni coincidono quasi sempre con riduzioni o aumenti della portata che vengono prodotti dalla chiusura o dall'apertura dei dispositivi che regolano il passaggio dell'acqua attraverso le turbine. Nei sistemi a pressione, i fenomeni transitori tipici più importanti sono:

1. Oscillazioni di massa nella parte a bassa pressione del sistema.

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 56 di/of 79

## 2. Variazioni di pressione (colpo d'ariete) nella condotta forzata;

Per l'analisi del moto transitorio, nel presente studio sono stati considerati le seguenti manovre:

- Interruzione del funzionamento della turbina (fase di generazione);
- Stacco improvviso della rete della macchina (fase di pompaggio).

Le verifiche sono state effettuate per valutare la funzionalità dell'impianto allo stato di fatto e poi per verificare i fenomeni transitori allo stato di progetto.

Dallo studio del fenomeno nella configurazione di progetto attuale è stato possibile constatare che il pozzo piezometrico a monte risulta di dimensioni inadeguate per poter contenere, con un sufficiente margine di sicurezza, le oscillazioni di massa del sistema.

Per questo motivo, si prevede la modifica del pozzo esistente mediante un approfondimento di ca. 6.0 m della camera di espansione di diametro 13.5 m in sommità. La verifica del transitorio nella configurazione di progetto, effettuata durante la fase di generazione, ha dimostrato l'efficacia dell'adeguamento proposto per i vari livelli idrici del serbatoio di monte.

Al fine di garantire il corretto funzionamento della turbopompa e preservare l'integrità e la funzionalità della galleria di scarico si è ritenuto opportuno prevedere la presenza di un pozzo piezometrico a valle. Le dimensioni di quest'ultimo sono state definite ipotizzando che quest debba poter ricevere e contenere tutta l'acqua pompata nel tempo di arresto della turbopompa.

Relativamente alla fase di pompaggio, il fenomeno transitorio che si verifica in caso di interruzione della rete di alimentazione segue criteri differenti rispetto alla generazione. La valutazione dei tempi di inversione del flusso nella condotta forzata dipende dagli effetti inerziali dell'acqua, dalle oscillazioni nella camera di espansione e dalle proprietà della macchina.

Nella attuale fase di progetto, a causa alla complessità del transitorio durante la fase di pompaggio, ci si è pertanto limitati a fornire un'analisi qualitativa del fenomeno, rimandando l'esecuzione dei calcoli di dettaglio ad una fase successiva di progetto dove saranno note le caratteristiche della turbopompa.

Attraverso l'analisi del transitorio è stato possibile eseguire il calcolo del colpo d'ariete, fenomeno idraulico che si verifica all'interno di una condotta in pressione quando il movimento al suo interno è interrotto dalla chiusura di una valvola. La definizione dell'entità del colpo d'ariete è estremamente importante per il dimensionamento della condotta forzata, la quale deve essere progettata in modo da resistere in ogni sezione alle sovrappressioni generate.

Per maggiori dettagli relativamente all'analisi del moto transitorio ed alle geometrie del sistema idraulico si rimanda al documento progettuale "GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.101.02 *Relazione Idraulica*".

 HGT Design & Execution		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 57 di/of 79

## 5.5 Aspetti elettromeccanici

Trattandosi del rinnovamento di un impianto esistente, che nella sua struttura civile-idraulica viene sostanzialmente conservato (a meno di interventi prevalentemente interni allo stabile di centrale, oppure sotterranei, e la sostituzione dell'ultimo tratto della condotta forzata), la centrale di Cucchinadorza prevede l'inserimento di un nuovo gruppo verticale reversibile in pozzo dedicato, conservando però nel contempo componenti e sistemi esistenti relativi alle parti comuni e ai servizi ausiliari di centrale.

La collocazione della nuova singola unità di generazione/pompaggio contempla, posteriormente, l'eliminazione dei due gruppi di sola generazione attualmente esistenti, che verranno pertanto smantellati e rimossi. Internamente alla porzione Sud-Est dello stabile verrà ricavato un pozzo verticale, al fondo del quale troverà il proprio posizionamento la nuova unità. La profondità del pozzo è direttamente collegata alle caratteristiche idrauliche del macchinario di pompaggio, ed in particolar modo all'altezza di aspirazione minima a esso necessaria anche nelle condizioni di minimo livello del bacino di valle di Cucchinadorza.

Sono molteplici le considerazioni che sottostanno alla scelta del tipo di macchinario elettromeccanico di generazione e pompaggio reversibile proposto per il nuovo impianto di Cucchinadorza. Tra queste citiamo le seguenti:

- i. È di dominio pubblico l'orientamento generale in Europa, sulla scia della pratica iniziata in Giappone negli anni '80, di dotare gli impianti di generazione/pompaggio di macchine a velocità variabile per massimizzare efficienza e versatilità di esercizio e rendere al contempo disponibili servizi di rete divenuti strategici quali la regolazione di frequenza e di potenza reattiva anche in pompaggio, la modulabilità della potenza assorbita in pompaggio, aventi come conseguenza la diminuzione della partecipazione del termoelettrico .
- ii. La volontà espressa dal Cliente di offrire i citati servizi ancillari di rete può tradursi nell'adozione di soluzioni moderne, in cui il generatore/motore, sincrono o asincrono che sia, abbia capacità regolanti sia in frequenza che in potenza reattiva tali da renderne appetibili i servizi all'operatore della Rete Nazionale (TERNA). Questo approccio è confermato dal trend internazionale nella scelta di gruppi reversibili con asservimento statico, ormai di comprovata affidabilità ed efficienza, che garantiscono le prestazioni descritte anche durante il pompaggio.
- iii. Da un punto di vista di sistema, tale approccio è altresì favorito dal contesto attuale pertinente al sistema elettrico in Sardegna, dove le risorse rinnovabili (fotovoltaico, eolico, in totale circa 2000 MW) sono preponderanti rispetto all'idroelettrico (circa 470 MW), a fronte di circa 2800 MW di generazione termoelettrica. In questo scenario, le risorse non dispacciabili (eolico, solare) hanno priorità, e il termoelettrico è relegato – come nella maggior parte del contesto italiano – a

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 58 di/of 79

modulare la potenza, operando fuori dal campo di rendimento ottimo, così come a fornire servizi di “sicurezza”. Di conseguenza, impianti di pompaggio concepiti con capacità regolanti giocherebbero un ruolo essenziale nel contesto descritto, specie ai fini della stabilità della rete.

iv. Le condizioni di salto e portata sono specifiche del sito e dunque la velocità specifica della macchina idraulica reversibile è certamente contemplabile in un limitato range di scelta. L'adozione però del concetto di variabilità della velocità di rotazione della macchina di generazione/pompaggio permette di ampliare il campo di funzionamento del gruppo, comunque limitato:

- a) nel salto sfruttabile dalle caratteristiche idrauliche,
- b) in portata dall'instabilità intrinseca/cavitazione del macchinario.

Rispetto al reversibile tradizionale a velocità fissa, ora il range di operabilità si allarga significativamente, e si introduce la capacità di poter contribuire alle regolazioni necessarie alla rete anche durante la fase di pompaggio.

Alla luce di tali considerazioni, la scelta in un rinnovamento impianto che prefiguri l'installazione di un sistema reversibile non può che far propendere per un sistema a velocità variabile.

In merito, oggi la tecnica propone sostanzialmente due soluzioni perseguibili:

- la tipologia DFIM (Double Fed Induction Machine), ormai matura e consolidata da almeno 20 anni;
- la soluzione CFMS (Converter Fed Synchronous Machine, detta anche FFMS Fully Fed Synchronous Machine), più giovane ma fors'anche più promettente.

#### 5.5.1 DFIM

Questa tipologia di macchine si basa sul concetto di avere un generatore/motore caratterizzato da un rotore speciale, che ne caratterizza l'effettiva peculiarità comportamentale. Esso non viene più alimentato da un sistema di eccitazione tradizionale in corrente continua, bensì da un sistema trifase in alternata, la cui frequenza è variabile (entro certi limiti). Ciò permette di far entrare in gioco il concetto di scorrimento (tipico delle macchine asincrone), ma pilotato da un sistema di conversione statica, che ne permette l'accelerazione o il rallentamento rispetto alla velocità nominale. Senza addentrarsi nei dettagli tecnici, questa situazione permette di far sì che la frequenza con cui lo statore si collega alla rete esterna sia data dalla combinazione della frequenza di rotazione meccanica del rotore e di quella del campo magnetico generato dal sistema trifase che alimenta il rotore: la combinazione di quest'ultimi due termini permette di avere un grado di libertà aggiuntivo nella

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 59 di/of 79

regolazione del sistema, mantenendo comunque invariate le caratteristiche della connessione esterna.

Conseguenza di quanto esposto è che il rotore della macchina elettrica non è più un tradizionale “poli salienti”, bensì un componente “liscio” completamente differente e ben più complesso, diventando il vero e proprio cuore della macchina stessa.

Tenuto conto che esso contribuisce fattivamente alla regolazione della potenza elettrica, il suo dimensionamento è importante e inusuale rispetto a quanto da tempo abituati: le correnti che lo percorrono raggiungono valori rilevanti (anche oltre i 10 kA), venendo trasferite dal sistema di eccitazione/conversione attraverso 3 anelli (+ 1 di controllo/sicurezza), che inevitabilmente rappresentano un punto molto delicato della macchina.

L'importanza del rotore e delle caratteristiche adottate nella sua costruzione fa emergere in modo chiaro la maggior sensibilità che queste macchine hanno nei confronti delle sopraelocità, che debbono essere contenute in modo accurato.

Il compito di gestire in tempi brevissimi le correnti rotoriche circolanti e la relativa frequenza è assegnato a un sistema di conversione statica, che ha visto nel tempo molteplici evoluzioni: l'importanza di questo sistema appare immediatamente evidente anche dalle dimensioni delle apparecchiature necessarie, che occupano ampi spazi non richiesti nelle soluzioni tradizionali. Essendo direttamente legate alle capacità caratteristiche di regolazione che vengono richieste al gruppo, le potenze in gioco sono importanti: per questioni di convenienza economica ma anche di limitazione tecnica, esse si possono stimare approssimativamente dal 10% al 15% della potenza nominale del gruppo. Questo comporta che le DFIM non possano essere avviate in pompa a turbina affogata e valvola di condotta chiusa per l'incapacità di fornire la necessaria coppia a bassissimi giri.

Data la complessità costruttiva, questa tipologia di macchine ha trovato nel mercato la propria ottimale collocazione nelle taglie superiori ai 100 MW, in quanto i relativi costi non trovano giustificazione nella fascia sottostante, rispetto ad altre configurazioni possibili.

Conseguentemente, questa soluzione non è idonea per l'impianto in esame, ed è stata pertanto sommariamente riportata a titolo informativo.

### 5.5.2 CFMS

I continui progressi che la ricerca e lo sviluppo tecnologico hanno portato nel campo dell'elettronica di potenza hanno permesso di implementare una nuova soluzione, che rende dal punto di vista elettrico completamente svincolato il gruppo di generazione/pompaggio dalla rete esterna: ciò avviene mediante l'interposizione tra i due soggetti citati di un sistema di conversione statica, dimensionato in modo da gestire l'intera potenza del macchinario.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 60 di/of 79

Al momento, questa soluzione vede la propria applicabilità reale fino a potenze unitarie dei gruppi pari a circa 100 MW (record da attribuire all'impianto di generazione e pompaggio di Grimsel 2, Svizzera), ma non si può escludere che in futuro il limite indicato venga progressivamente spostato sempre più verso l'alto.

Dal punto di vista tecnico, nel caso del CFMS, la macchina elettrica rotante è un tradizionale alternatore sincrono a isolamento significativamente rinforzato, ma nel contempo anche "alleggerito" per quanto riguarda le sue capacità rotoriche di regolazione della reattiva: infatti, queste macchine elettriche operano costantemente a  $\cos\phi$  unitario, in quanto tutti i compiti di gestione della reattiva (financo al funzionamento come compensatore sincrono) viene interamente svolto dall'elettronica di potenza.

Ne consegue che in termini di robustezza e tollerabilità delle sopravvelocità queste macchine elettriche sono senz'altro più prestanti rispetto ai "cugini" DFIM.

D'altro canto, se per le DFIM l'elettronica aveva esose esigenze di spazio, nel caso delle CFMS queste aumentano ulteriormente, in quanto le potenze gestite sono ben maggiori.

In aggiunta, il trasformatore di macchina non può essere un componente tradizionale, bensì progettato ad hoc e alquanto particolare, sia in termini di avvolgimenti che di caratteristiche elettriche.

Uno dei punti deboli del CFMS è costituito dalle sovratensioni più che dalle sovracorrenti: l'apertura intempestiva o comandata dei circuiti elettrici può risultare fatale all'elettronica, che subirebbe danni rilevanti. Per limitare queste problematiche, i vari costruttori adottano soluzioni specifiche, diverse tra loro.

Rispetto al DFIM, il CFMS offre prestazioni superiori e vantaggi significativi, che si riassumono per sommi capi nel seguito.

- L'avviamento è più facile e veloce e può essere eseguito in acqua, grazie alla possibilità di produrre una coppia rilevante a velocità nulla (spunto da fermo).
- Le variazioni di velocità e potenza possono essere più ampie.
- Il sistema CFMS non ha le limitazioni sulla velocità massima che ha il DFIM, e può essere utilizzato per siti con alti salti e loro relativamente grandi variazioni.
- Rispetto al DFIM, un sistema a velocità variabile con un CFMS offre una buona capacità di LVRT (Low Voltage Ride Through, detto anche FRT Fault Ride Through), con conseguente migliore conformità ai codici di rete in vigore per i principali TSO.
- Il convertitore può persino essere utilizzato (mentre non è collegato alla macchina) come compensatore statico di potenza reattiva, fornendo un notevole contributo nella regolazione della stessa in rete.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 61 di/of 79

- La macchina elettrica è estremamente più semplice rispetto ad un DFIM, in quanto risulta una macchina sincrona con alcuni accorgimenti supplementari di isolamento.
- Anche la parte in MT richiede una fornitura più semplice rispetto al DFIM in quanto non richiede interruttori e sezionatori per l'inversione del senso di rotazione.
- I tempi di avviamento risultano estremamente contenuti, in quanto non è necessaria alcuna pneumatizzazione della cassa turbina-pompa.
- Il passaggio da generazione a pompaggio non necessita di abbandono del sincronismo con la rete.
- La configurazione CFM trova maggior facilità applicativa nell'aggiornamento di impianti esistenti (tenendo comunque conto che il generatore sincrono esistente non potrà più essere mantenuto tale quale, per la non compatibilità in termini di isolamento: a volte comunque si riesce a salvare lo statore, qualora le caratteristiche elettriche della macchina esistente siano compatibili con la nuova soluzione).

#### 5.5.3 DFIM vs. CFM per Cucchinadorza

Il confronto sopra effettuato è volto a individuare la soluzione tecnologia ottimale per il rinnovamento dell'impianto di Cucchinadorza dalla sola generazione verso un sistema di generazione e pompaggio.

Entrambe le soluzioni tecnologiche si distinguono per gli innegabili vantaggi che arrecano alla rete nell'ambito dei cosiddetti "servizi ancillari", la cui valorizzazione da parte dei TSO è un passo ormai inevitabile, visto anche il futuro sempre più fotovoltaico ed eolico che si prospetta nell'immediato: impianti di tipo DFIM oppure CFM permettono di garantire la sufficiente stabilità di rete e del servizio elettrico anche a fronte della importante presenza di sistemi di generazione distribuita, non regolanti e a elevata e imprevedibile intermittenza.

Le considerazioni presentate per le due tipologie di macchine in modo comparato portano quindi a propendere per una proposta tecnica che veda l'installazione nella centrale di Cucchinadorza di una macchina reversibile del tipo CFM.

Il dettaglio dei dati tecnici del macchinario individuato è riportato nelle tabelle contenute nel seguito del presente documento.

#### 5.5.4 Aspetti meccanici

La struttura dei gruppi di generazione CFM è di tipo tradizionale, meccanicamente strutturata come di seguito dettagliato (dal livello inferiore al superiore).

- Al piano scarico:

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 62 di/of 79

- gomito di scarico della turbina/aspirazione della pompa, realizzato in lamiera, che si estende dall'asse del gruppo verso il bacino di valle per poco meno di 7,5 m, per terminare con sezione circolare con diametro indicativo di 2,5 m;
  - all'uscita verso il canale di scarico è presente una paratoia piana del tipo a strisciamento, con tenuta sui quattro lati, ai fini manutentivi della pompa/turbina.
- Al piano turbina:
- Chiocciola della girante in lamiera metallica, indicativamente di dimensioni massime 6,5 x 7 m, posizionata in prima analisi con la linea mediana del distributore a circa 306 m s.l.m. (dato soggetto a verifica più puntuale in fasi progettuali successive);
  - Girante turbina/pompa in acciaio inox 13/4, diametro indicativo di 2,9 m, per una velocità di rotazione nominale fissa di 500 rpm, velocità di fuga di circa 700 rpm (dati soggetti a verifica più puntuale in fasi progettuali successive);
  - Cuscinetto turbina di sola guida;
  - Valvola rotativa di sicurezza turbina, diametro indicativo di 1,3 m, PN 45, completa di accessori oleodinamici e idraulici per la gestione dell'organo stesso e delle tenute di monte e valle;
  - Skid di regolazione oleodinamica, di lubrificazione, di irrorazione e d'evacuazione delle perdite delle tenute.
- Al piano generatore:
- Albero di accoppiamento al generatore in acciaio forgiato, di circa 3,5 m;
  - Generatore sincro trifase, con cuscinetti di guida (superiore) e guida/spinta (inferiore), diametro indicativo di 7,2 m, altezza indicativa 5 m, uscite di potenza in bus isolato verso il centro stella e il trasformatore di macchina; il rotore è di tipo tradizionale, a poli salienti, eccitato in c.c.;
  - Skid di lubrificazione, sollevamento rotore (jacking-oil) e raffreddamento;
- Al piano d'ingresso (o altri piani intermedi, in funzione degli spazi disponibili):
- l'eccitatrice;
  - il sistema di eccitazione statica, con trasformatore di eccitazione inglobato in resina (TE) e collocato in box e i quadri di potenza e regolazione relativi;
  - il gruppo di conversione statica totale (converter full-power, o CF), necessario per la gestione integrale del gruppo, costituito da
    - moduli di conversione statica (occupazione indicativa, comprensiva dell'area di accesso, di circa 150 m<sup>2</sup>, composta da tre stringhe di 11 x 1,5 x 2,5 m e gli spazi necessari al passaggio del personale);

 Green Power HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 63 di/of 79

- sistema di raffreddamento dedicato ai moduli di conversione statica (occupazione indicativa, comprensiva dell'area di accesso, di circa 30 m<sup>2</sup>);
- quadri di comando e controllo (circa 3 x 1 x 2,5 m);
- il centro stella generatore, con i relativi componenti (CS);
- i quadri MT di gruppo (QMT).

L'unità di generazione è inoltre dotata dei componenti essenziali legati alla sua gestione, al controllo, al monitoraggio e alla protezione, come a esempio:

- sistema di regolazione della velocità;
- sistema di regolazione della tensione;
- sistema di automazione;
- sistema di protezione elettrica con oscillografia e PMU;
- sistema di supervisione SCADA;
- servizi ausiliari in c.a.;
- servizi ausiliari in c.c.;
- quadri idraulici, misure, temperature, ecc.

In aggiunta, comuni a tutti i gruppi sono altresì previsti i seguenti componenti, facenti parte dei servizi generali di centrale:

- Sistema dei servizi ausiliari in c.a. di centrale (quadro principale, trasformatori e gruppi elettrogeni non verranno sostituiti);
- Sistema di gestione della corrente continua (batterie, caricabatterie, inverter, ecc.);
- Sistema MT comune di centrale a 15 kV (non verrà sostituito);
- Sistema di automazione, protezione e supervisione dei servizi comuni e generali;
- Sistema di drenaggio delle venute in centrale;
- Sistema di aggotamento;
- Sistema di generazione e accumulo pneumatico per la frenatura e per la tenuta d'albero turbina ai fini manutentivi;
- Sistema di ventilazione del pozzo della centrale;
- Sistema di illuminazione normale e di emergenza;
- Sistema di messa a terra;
- Sistema di videosorveglianza;
- Sistema anti-intrusione;
- Sistema di telefonia;
- Sistema di gestione accessi;
- Sistema di rilevazione fumi e incendio;

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 64 di/of 79

- Sistema di estinzione incendio.

Per le attività di montaggio e rimontaggio, è prevista la presenza di un carro ponte di portata pari a circa 100 T (adeguata alla movimentazione del componente più pesante, ovvero il rotore del gruppo sincrono, con peso stimato di circa 90 T).

#### 5.5.5 Aspetti elettrici

Dal punto di vista elettrico, la struttura dei gruppi di generazione/pompaggio CFMS non è per nulla di tipo tradizionale, come di seguito descritto.

La tensione nominale del generatore/motore è stata individuata come pari a 6,6 kV, in quanto tecnicamente ed economicamente ottimale per le potenze unitarie installate dei banchi di conversione statica, che costituiscono da questo punto di vista il collo di bottiglia. Il generatore in sé è una macchina tradizionale, semplificata nel suo dimensionamento in termini delle potenzialità in reattiva (funziona solo a  $\cos\phi$  unitario), ma nel contempo irrobustita dal punto di vista dell'isolamento (necessario per le funzionalità intrinseche al sistema di conversione). I dati caratteristici del generatore/motore si ritrovano nella tabella dedicata.

Il sistema di eccitazione del generatore è di tipo tradizionale, statico, ridondante.

Un discorso del tutto a parte va invece fatto per il gruppo di conversione statica. La tecnologia odierna permette l'utilizzo della tecnologia multilayer, con moduli singoli standardizzati che vengono opportunamente composti a formare la potenza e la tensione desiderate (ciò è un vantaggio dal punto di vista della ricambistica). Dato l'enorme sviluppo del settore della conversione statica e dei relativi componenti di potenza, si può dire che a oggi la tecnologia si orienta verso blocchi monofasi che si attestano attorno ai 6-8 kV. Lo smaltimento del calore prodotto va opportunamente gestito da un sistema dedicato di refrigerazione a liquido.

Il sistema di conversione è responsabile della gestione della frequenza del gruppo, così come della produzione della energia reattiva dello stesso: i limiti funzionali sono legati solo al macchinario idraulico, benché rispetto a una soluzione a velocità fissa essi siano stati enormemente ampliati. La flessibilità introdotta nel gruppo dal gruppo di conversione è tale, che a sistema sano la macchina non necessita più di staccarsi dalla rete, restando sempre in parallelo alla stessa, passando dalla generazione al pompaggio in tempi brevissimi e potendo operare da compensatore sincrono quando ferma.

Tutto ciò si evidenzia anche con l'assenza dell'interruttore di macchina e dei tradizionalmente noti interruttori di inversione fasi o sezionatori pentapolari, anche perché i sistemi di conversione soffrono molto le interruzioni della corrente (per le derivanti e distruttive sovratensioni): l'unico interruttore

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 65 di/of 79

previsto lungo tutto il montante del gruppo coincide effettivamente con l'interruttore di consegna in alta tensione.

Viste le correnti di fase in gioco, i collegamenti in uscita dal generatore possono essere realizzati in cavo oppure mediante bus MT inglobato in resina.

Lato centro stella, il collegamento dal generatore/motore si completa con trasformatore di messa a terra, che limita le relative correnti di guasto.

Lato uscita verso il trasformatore, il montante di gruppo è quindi ininterrotto fino alla macchina elettrica.

Il trasformatore di step-up (o GSU) è un altro componente del tutto non convenzionale, e soggetto a progettazione e dimensionamento curati e particolari. La sua struttura con un avvolgimento primario a 150 kV e 4 secondari a 6,6 kV già ne identifica la peculiarità.

Il trasformatore (si veda la tabella dedicata per i dati tecnici indicativi) permette di elevare la tensione di macchina fino a quella della rete 150 kV: è dotato di OLTC, ed è posizionato all'esterno dello stabile di centrale, laddove oggi insistono i trasformatori degli attuali due gruppi di generazione.

Tre avvolgimenti secondari sono dedicati all'alimentazione delle tre fasi del gruppo di conversione, mentre il quarto fornisce la potenza trifase necessaria per una sezione MT (dedicata ai servizi del gruppo stesso), al quale si attestano:

- Il trasformatore di eccitazione di macchina (di potenza stimata attorno a 1 MVA);
- Il trasformatore dei servizi ausiliari di gruppo (di potenza stimata attorno a 8 MVA, che potenzialmente alimenta anche la centrale di Taloro per un suo re-start, tramite collegamenti diretti dal quadro MT 15 kV di centrale);
- I TV di misura;
- Un'alimentazione diretta per i circuiti del gruppo di conversione statica.

Le apparecchiature descritte troveranno collocazione nei locali che si realizzeranno ai vari piani lungo il pozzo del gruppo, o al piano di ingresso in centrale.

Il trasformatore, posizionato sopra una tramoggia opportunamente dimensionata e collegata a una fossa disoleatrice, avrà raffreddamento tipo ONAN/ONAF.

Dal trasformatore, la potenza viene veicolata alla stazione GIS 150 kV di Terna presente nelle adiacenze, mediante cavi unipolari isolati in estruso, coprendo un percorso di breve lunghezza (150 m), che si sviluppa quasi totalmente in cunicoli esistenti. L'attestazione a uno dei due montanti 150 kV del GIS, a cui oggi si attestano in cavo AT i due gruppi esistenti della centrale di Cucchinadorza, avviene mediante terminali di connessione del tipo "cavo-bus isolato in SF6", collocati esternamente all'edificio dell'edificio di stazione: nello stabile Terna si entra mediante condotti isolati in SF6 a 150

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 66 di/of 79

kV, che si attestano direttamente ai moduli del GIS. Pertanto, delle due connessioni della centrale a oggi esistenti sul blindato Terna, se ne riutilizzerà una soltanto per il nuovo gruppo; l'altra verrà restituita a Terna, in quanto non più necessaria.

I servizi ausiliari in alternata di macchina, oltre che dal trasformatore dedicato più sopra menzionato, potranno essere alimentati anche da fonti esterne (linee esterne a 15 kV, gruppo elettrogeno).

I servizi ausiliari in continua di gruppo verranno invece derivati dai servizi in continua di centrale, opportunamente strutturati. Per essi, l'alimentazione in alternata necessaria verrà derivata dalla sbarra preferenziale dei servizi comuni in alternata di centrale.

#### *5.5.6 Sintesi preliminare degli equipaggiamenti*

Le seguenti tabelle riassumono gli equipaggiamenti principali e il loro dimensionamento di massima. Tali indicazioni sono preliminari, soggette a ulteriore conferma anche a seguito di consultazione con i costruttori e i fornitori disponibili sul mercato.

Riguardo alle taglie delle potenze risultanti, si sono arrotondati per eccesso i decimali, in modo da indicare valori interi; in particolare, benché la macchina in oggetto sia di tipo speciale e con progettazione dedicata, si è applicato tale concetto anche al GSU.

La differenza di potenza attiva che emerge tra il funzionamento in generazione e in pompaggio è in primis legato alla definizione del macchinario, oltre al fatto che in pompaggio si deve tenere conto che devono essere vinte anche le perdite dell'intero sistema idraulico, a partire dalla captazione di aspirazione di valle.

DESCRIZIONE	VALORE	UNITA'
TURBINA-POMPA REVERSIBILE		
Tipo	FRANCIS REVERSIBILE	
Numero Di Unità	1	adim.
Velocità Nominale	500	rpm
Portata Nominale (in turbina)	15,00	m3/s
Portata Nominale (in pompa)	12,00	m3/s
Perdite del sistema idraulico di monte (galleria, condotta, ecc.) in turbina a Qn	13,69	m
Perdite del sistema idraulico di valle (galleria, condotta, ecc.) in turbina a Qnor	1,69	m
Perdite del sistema idraulico di monte (galleria, condotta, ecc.) in pompa a Qn	8,55	m
Perdite del sistema idraulico di valle (galleria, condotta, ecc.) in pompa a Qnor	0,61	m
Salto lordo	315,20	m
Salto medio	296,10	m
Salto netto massimo Di Progetto (in generazione)	299,82	m
Salto netto massimo Di Progetto (in pompaggio)	324,36	m
<b>Potenza Massima In Turbina</b>	<b>41,47</b>	<b>MW</b>
<b>Potenza Massima In Pompa</b>	<b>40,62</b>	<b>MW</b>
Rendimento Della Turbina	0,94	adim.
Rendimento Della pompa	0,94	adim.
Altezza Di Aspirazione limite dalla linea Al Centro Del Distributore	21	m
Quota Assoluta Della Linea Del Centro Del Distributore	306	msnm
$\square = WD^2/4$	80	Tm2
Tempo chiusura turbina	12	s
Tempo chiusura pompaggio	<10	s

Tabella 9: Dati preliminari turbina-pompa reversibile

DESCRIZIONE	VALORE	UNITA'
MACCHINA SINCRONA IN GENERAZIONE		
Tipo	Sincrono trifase	
Asse	verticale	
Numero di unità	1	
Velocità sincrona	500	rpm
Fattore di potenza nominale del generatore	1	Adim.
Potenza attiva nominale del generatore	39,49	MW
Potenza apparente nominale del generatore	39,49	MVA
Potenza massima del generatore	42,18	MW
Potenza apparente massima del generatore	42,18	MVA
Efficienza del generatore (condiz. nominali)	0,98	Adim.
Efficienza della conversione statica in generaz. (condiz. nominali)	0,98	Adim.
Tensione nominale del generatore	6,6	kV
Frequenza nominale del generatore	50	Hz
Numero di poli del generatore	12	Adim.
<b>Potenza apparente di progetto massima del generatore</b>	<b>43</b>	<b>MVA</b>
<b>Potenza apparente di progetto media del generatore</b>	<b>40</b>	<b>MVA</b>
<b>Potenza apparente di progetto richiesta al gruppo di conversione</b>	<b>44</b>	<b>MVA</b>

Tabella 10: Dati preliminari del generatore sincrono (generazione)

DESCRIZIONE	VALORE	UNITA'
MACCHINA SINCRONA IN POMPAGGIO (MOTORE)		
Tipo	Sincrono trifase	
Asse	verticale	
Numero di unità	1	
Velocità sincrona	500	rpm
Fattore di potenza nominale del motore	1	Adim.
Potenza attiva nominale del motore	38,88	MW
Potenza apparente nominale del motore	38,88	MVA
Potenza massima del motore	41,31	MW
Potenza apparente massima del motore	41,31	MVA
Efficienza del motore (condiz. nominali)	0,98	Adim.
Efficienza della conversione statica in pompa (condiz. nominali)	0,98	Adim.
Tensione nominale del motore	6,6	kV
Frequenza nominale del motore	50	Hz
Numero di poli del motore	12	Adim.
<b>Potenza apparente di progetto massima del motore</b>	<b>42</b>	<b>MVA</b>
<b>Potenza apparente di progetto media del motore</b>	<b>39</b>	<b>MVA</b>
<b>Potenza apparente di progetto richiesta al gruppo di conversione</b>	<b>43</b>	<b>MVA</b>

Tabella 11: Dati preliminari del motore sincrono (pompaggio)

DESCRIZIONE	VALORE	UNITA'
Tipologia	GSU	
<b>Potenza nominale del trasformatore</b>	<b>57,00</b>	<b>MVA</b>
No. di fasi	3	-
No. di avvolgimenti primari	1,00	-
No. di avvolgimenti secondari	4,00	-
Potenza nominale avvolgimento primario	57,00	MVA
Potenza nominale avvolgimento secondario n. 1	15,00	MVA
Potenza nominale avvolgimento secondario n. 2	15,00	MVA
Potenza nominale avvolgimento secondario n. 3	15,00	MVA
Potenza nominale avvolgimento secondario n. 4	12,00	MVA
Avvolgimento ad alta tensione	150,00	kV
Avvolgimenti ad bassa tensione	6,60	kV
Corrente di avvolgimento primario	219,7	A
Corrente di avvolgimento secondario n. 1	1314	A
Corrente di avvolgimento secondario n. 2	1314	A
Corrente di avvolgimento secondario n. 3	1314	A
Corrente di avvolgimento secondario n. 4	1051	A
Frequenza	50,00	Hz
Conessioni e gruppo	YNd11-d11-d11-d11	da confermare
Installazione	aperto	
No. di passi di raffreddamento	2	-
Tipo di raffreddamento	ONAF	-
Tensione di corto circuito percentuale	14,5	% (su presa centrale)
Efficienza (1)	99,5	%
OLTC	sì	± 12 x 1,25%
Terminali di avvolgimento ad alta tensione	Per accoppiamento con cavo in estruso, isolamento in SF6 oppure olio	
Terminali di avvolgimento a bassa tensione	ceramici per cavi MT	

(1): Vista la particolarità della macchina, non è applicabile la conformità al "Regolamento UE n. 548/2014" della Commissione Europea recante modalità di applicazione della Direttiva 2009/125/CE sulla progettazione ecocompatibile di Trasformatori", in vigore dal 1° luglio 2015, per macchine di grande potenza sopra i 40 MVA (fase 2, dal 31/07/2021)

GSU: Generator Step-up Unit

**Tabella 12:** Dati preliminari del trasformatore elevatore GSU

Essendo il sistema di conversione statica dimensionato per la piena potenza nominale del macchinario, permette l'avviamento da fermo della pompa senza necessità di alcuna pneumatizzazione della stessa. In termini più generali, si ribadisce che non è necessario fermare il gruppo scollegandolo dalla rete per passare dal funzionamento in generazione a quello in pompa (o viceversa): il gruppo CFMS esegue l'intero processo restando connesso alla rete, senza dover

		<b>GRE CODE</b> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<b>INTERNAL CODE</b> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<b>PAGE</b> Pag. 70 di/of 79

operare su organi elettrici (es. per l'inversione di due fasi, processo tipico dei gruppi reversibili tradizionali e DFIM).

#### 5.5.7 Gruppo CFMS (1 unità): caratteristiche conclusive

In base a quanto più sopra esposto, si possono riassumere le caratteristiche principali del macchinario previsto.

- Turbina, potenza media in generazione	38,70 MW
- Turbina, potenza media in pompaggio	38,00 MW
- Turbina, potenza massima in generazione	41,47 MW
- Turbina, potenza massima in pompaggio	40,62 MW
- Generatore sincrono, potenza apparente massima	43 MVA in generazione
- Motore sincrono, potenza apparente massima	42 MVA in pompaggio
- Gruppo di conversione, potenza massima	44 MVA
- Trasformatore GSU, potenza massima	57 MVA

## 5.6 Requisiti tecnici del raccordo alla rete nazionale

Ai fini della valutazione dello schema più idoneo di raccordo del rinnovato impianto di Cucchinadorza alla rete elettrica nazionale, si è ipotizzato che il complesso attualmente esistente venga mantenuto in esercizio nelle condizioni operative normali, senza restrizioni che ne riducano la potenza disponibile ai morsetti di alta tensione (150 kV).

La scelta del livello di tensione della nuova stazione (o sezione) associata al riesame impiantistico è valutata applicando le prescrizioni dell'Allegato A2 al Codice di Rete TERNA (rev.01, luglio 2015).

Il codice di rete in vigore in Italia prevede chiaramente la definizione dei livelli di tensione ai quali deve essere realizzata la connessione di un impianto di produzione, in funzione della potenza complessiva che esso può immettere in (o ritirare dalla) rete.

L'allegato ha lo scopo di definire i criteri tecnico-funzionali per la connessione degli Utenti alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) con tensione nominale superiore a 120 kV, ivi compresi gli impianti di accumulo. L'allegato si applica a tutte le nuove richieste di connessione alla RTN, per le quali deve essere sviluppato l'intero procedimento (dall'individuazione della soluzione di connessione alla progettazione).

Nel caso dell'impianto in esame, tale valore viene modificato, passando dai precedenti 41,6 MW – 52 MVA agli attualmente stimati 41,47 MW - 44 MVA (per la quantificazione maggiormente puntuale in generazione e in pompaggio, si veda il paragrafo 5.5.6 – si badi che l'aumento in taglia dei MVA è

 Green Power HGT Design & Execution		GRE CODE GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		INTERNAL CODE 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		PAGE Pag. 71 di/of 79

legato alla tipologia del gruppo CFMS, e in particolare alle esigenze di funzionamento transitorio, in aggiunta alla possibilità di alimentare temporaneamente l'impianto di Taloro per un possibile suo black start, non costituendo termine di assorbimento continuativo).

### 13. APPENDICE A – TABELLA 1 – SOLUZIONI STANDARD

	Taglia Utenza	Tensione nominale	SOLUZIONI STANDARD		
			antenna (*)	entra - esce (#)	
Produzione	6 - 10 MW	MT + 150 kV	<i>Soluzione da concordare con il Distributore</i>		
	10 - 100 MW	120 - 150 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra
	100 - 250 MW	120 - 150 kV	si	no	-
	200 - 350 MW	220 - 380 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra + bypass
	200 - 350 MW frazionati su più gruppi di produzione	220 - 380 kV	si	si	entra-esce in doppia sbarra
	> 350 MW	380 kV	si	si	entra-esce in doppia sbarra
Consumo	< 10 MW	MT + 150 kV	<i>Soluzione da concordare con il Distributore</i>		
	10 - 20 MW	60 ÷ 150 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra
	20 - 50 MW	120 ÷ 150 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra
	30 - 100 MW	120 ÷ 150 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra
	> 100 MW	220 - 380 kV	si	si	entra-esce in semplice sbarra + bypass
<b>Sistema Produzione e Consumo</b>	La soglia per la scelta del livello di tensione in funzione della taglia va riferita al valore di potenza più alto tra: <ul style="list-style-type: none"> <li>- massimo valore di potenza in immissione nell'ipotesi di consumo interno minimo</li> <li>- massimo valore di potenza in prelievo nell'ipotesi che la produzione sia minima</li> </ul>		La scelta della soluzione convenzionale da adottare va rispettivamente riferita a quelle di Produzione o Consumo tenendo conto del: <ul style="list-style-type: none"> <li>- massimo valore di potenza in immissione nell'ipotesi di consumo interno minimo</li> <li>- massimo valore di potenza in prelievo nell'ipotesi che la produzione sia minima</li> </ul>		

Tabella 1 – Soluzioni Standard per la specifica iniziativa

**Figura 43:** Codice di Rete TERNA, Allegato A2, Appendice A, tabella 1

Pertanto, sia nella sua veste esistente che nella sua nuova consistenza stimata, sulla base della procedura in Allegato A2 e con riferimento alla tabella 1 dello stesso allegato, è previsto il mantenimento della medesima opzione di connessione al livello di tensione di 150 kV.

Non si segnalano pertanto sostanziali necessità di modifica agli assetti attualmente esistenti, se non la riduzione da due a uno solo dei punti di collegamento della centrale al GIS di TERNA, con eventuale

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 72 di/of 79

revisione/adeguamento dei trasformatori amperometrici installati e reimpostazione delle protezioni nel montante di connessione del blindato.

Nella sostanza, si farà riferimento alla stazione associata al nuovo impianto di Cucchinadorza come "Stazione di consegna", vale a dire la stazione elettrica che collega l'impianto dell'Utente alla rete di interesse pubblico. Come menzionato nell'Allegato, generalmente costituisce parte dell'impianto di rete per la connessione al cui interno è individuato il punto di consegna.

Con riferimento al fattore di potenza nel punto di consegna, si precisa che la tecnologia individuata permette di fornire energia reattiva alla rete o di ritirarla con ampi margini operativi, proprio grazie alla presenza del gruppo di conversione statica che se ne assume interamente l'onere: conseguenza di ciò è il fatto che il generatore-motore in quanto macchina elettrica rotante è previsto per un  $\cos\phi = 1$ , in quanto esso non contribuisce minimamente alla produzione di reattiva.

Da quanto espresso al paragrafo precedente, risulta che la connessione del rinnovato impianto di Cucchinadorza vedrà una connessione in antenna mediante "linea breve" alla stazione 150 kV GIS di TERNA.

La stazione di consegna alla rete nazionale è esistente, ed è conforme allo schema tradizionale previsto dal Codice di Rete Terna, ovvero in doppia sbarra con congiuntore.

Lo stallo dell'unità di generazione della centrale di Cucchinadorza in arrivo alla stazione ora diventa unico. Esso è costituito dai medesimi equipaggiamenti standard già presenti, eventualmente con gli adeguamenti già accennati ai TA.

Nella configurazione proposta, si evidenzia il fatto che l'interruttore del montante GIS di attestazione del gruppo coincide con l'interruttore di macchina: pertanto, la protezione di mancata apertura dello stesso coincide e si integra con quella già implementata nel GIS stesso per i propri interruttori (molto presumibilmente, senza richiedere ulteriori interventi).

Con detta premessa, tenuto conto del fatto che il trasformatore di step-up del gruppo sarà necessariamente di nuova tipologia, è corretto pensare di mantenere l'attuale soluzione di connessione al blindato in cavo AT estruso a 150 kV, ma prevedendo terminali di alta tensione con uscita con nuovo cavo in estruso direttamente dalla macchina elettrica, eliminando così pertanto lo stallo AT in aperto. Il percorso previsto per il nuovo cavo AT sarà il medesimo già attualmente in utilizzo, in cunicolo coperto.

In tale caso, la protezione dalle fulminazioni dirette della macchina elettrica va verificata e se del caso implementata (gabbia esterna o punta captatrice), e si deve fare affidamento agli scaricatori già montati nel blindato per quelle indirette e condotte.

 HGT Design & Execution		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 73 di/of 79

## 5.7 Connessione alla rete di trasmissione

Come già in precedenza descritto, la sottostazione a 150 kV cui si attestano attualmente i gruppi esistenti della centrale di Cucchinadorza, e alla quale nel futuro si attesterà il nuovo gruppo della centrale rinnovata, è esistente e di proprietà Terna.

La sua composizione è già stata descritta in precedenza.

Pertanto, a meno di adeguamento di qualche TA per l'aumento di potenza della connessione in futuro unica, ma con potenza circa pari alla somma delle potenze attualmente connesse mediante due distinti montanti, non si prevedono necessità di interventi alla stazione Terna di connessione.

All'interno del piazzale di sottostazione, in corrispondenza degli attuali due trasformatori di gruppo, si prevederà una nuova tramoggia di supporto e raccolta olio, dotata di grigliato rompifiamma e ciottoli ad elevata inerzia termica per il raffreddamento immediato dell'olio eventualmente sversato in caso d'incendio; la tramoggia sarà collegata a una nuova vasca disoleatrice totalmente interrata, a separazione statica e filtro a coalescenza sull'uscita dell'acqua pulita: l'acqua trattata e disoleata (ai sensi delle leggi vigenti<sup>1</sup>) verrà quindi convogliata verso il lago per gravità.

L'olio utilizzato all'interno del trasformatore sarà di tipo minerale oppure sintetico, inibito, totalmente privo di PCB, ad alto punto di infiammabilità e combustione: qualora richiesto dal contesto ambientale d'inserimento, l'olio potrà essere di tipo biocompatibile e biodegradabile, ai sensi di opportune certificazioni (es. ecocompatibilità secondo OCSE 301 B > 60%).

## 5.8 Stabilità dei versanti

L'impianto non viene modificato in termini di portata per il turbinaggio per cui non vi sono modifiche nelle oscillazioni di invaso (monte e valle) con questa modalità di esercizio.

Il pompaggio (flussi di portata da Cucchinadorza a Gusana) prevede una portata di 12 m<sup>3</sup>/s la quale produce variazioni molto limitate (da decine di centimetri a pochi metri) durante un ciclo di 8h. Queste variazioni sono decisamente inferiori a quelle prodotte sui due invasi dall'esercizio dell'impianto di pompaggio-turbinaggio del Taloro esistente.

<sup>1</sup> Con riferimento alla normativa italiana vigente in materia ambientale, il separatore è progettato e realizzato nel pieno rispetto delle norme UNI EN 858-1:2005 parte I e II, elaborate dal Comitato Tecnico CEN/TC 165 "Ingegneria delle acque reflue", nell'ambito del mandato M/118 "Prodotti per ingegneria delle acque reflue" conferito al CEN/CENELEC dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio per consentire la marcatura CE nell'ambito della Direttiva relativa ai prodotti da costruzione (89/106/CEE). Il dispositivo garantisce nel refluo scaricato una concentrazione di inquinanti non superiori ai limiti previsti dall'allegato 5 – Tab. 3 – DLgs 152/2006, con specifico riferimento ai seguenti parametri:

- Idrocarburi totali
- Solidi decantabili
- Solidi sospesi

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 74 di/of 79

Dal sopralluogo svolto in sito si sono potute osservare le sponde dei bacini che risultano mature en in genere stabili.

L'esercizio dell'impianto modificato non desta pertanto preoccupazioni in merito alla stabilità delle sponde.

## 5.9 Determinazione della tipologia di impianto

### 5.9.1 Riferimento normativo

- a. Art. 31 quater della Legge 29 luglio 2021 n. 108 (legge di conversione del D.L. 31 maggio 2021 n. 77): modifica il d.lgs. n. 387 del 2003 aggiungendo la categoria degli "impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro" alla definizione di "impianti alimentati da fonti rinnovabili programmabili" di cui all'art. 2, comma 1; e intervenendo sull'art. 12, comma 3 con la previsione che, per i succitati impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro, l'Autorizzazione Unica sia rilasciata dal Ministero della Transizione Ecologica al termine della procedura unica.
- b. Art. 13 della Legge 27 aprile 2022 n. 34 (legge di conversione del D.L. 01 marzo 2022 n. 17): aggiunge all'Art. 12 c. 3 del d.lgs. n. 387 del 2003 il seguente periodo "Per gli impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della transizione ecologica, sentito il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e d'intesa con la regione interessata, con le modalità di cui al comma 4".

### 5.9.2 Definizioni

- a. TERNA: sono designati col termine di impianti di pompaggio puro o impianti di pompaggio misto quando, rispettivamente, gli apporti naturali che alimentano il serbatoio superiore siano in media inferiori o superiori al 5% del volume d'acqua mediamente turbinata in un anno. Il pompaggio effettuato con questi impianti è definito "pompaggio volontario"
- b. ARERA: In particolare si definisce:

Impianto idroelettrico con pompaggio puro: un impianto di pompaggio con pompaggio volontario in cui gli apporti naturali all'invaso superiore sono in media inferiori o uguali al 5% del volume d'acqua mediamente turbinata in un anno;

Impianto idroelettrico con pompaggio misto: un impianto di pompaggio con pompaggio volontario in cui gli apporti naturali all'invaso superiore sono in media superiori al 5% del volume d'acqua mediamente turbinata in un anno.

		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 75 di/of 79

- c. Dataenergia: Gli impianti si definiscono a pompaggio "puro" quando il volume d'acqua che passa dalle turbine in un anno deriva da apporti naturali per meno del 5%, altrimenti si definiscono "misti".

#### 5.9.3 Metodi di valutazione applicabili

- Analisi idrologica della disponibilità attuale di portate da confrontare con il modello di esercizio storico (sulla base della statistica delle produzioni più recenti) o di previsto futuro impiego: questo modello è proposto a discrezione del concessionario, e potrebbe non essere considerato dirimente.
- Analisi degli atti di concessione (riferimento amministrativo di sicura valenza)

#### 5.9.4 Valutazione dell'impianto di Cucchinadorza

La proposta progettuale consiste nella sostituzione di due gruppi turbina esistenti con un singolo gruppo reversibile, mediante un rifacimento estensivo dell'impianto.

L'impianto è il più antico realizzato fra gli invasi di Gùsana e Cucchinadorza, a cui si affianca l'impianto reversibile di Taloro I, realizzato negli anni '90, oltre che l'impianto di Taloro 1000, nuova futura realizzazione.

Considerata la successione cronologica, è ragionevolmente ipotizzabile, in assenza di un esame degli atti disponibili, che la portata media di concessione corrisponda ad una frazione rilevante dei volumi affluenti nel bacino imbrifero sotteso dalla diga di Gùsana, tipicamente determinata con il metodo della curva di durata, e pari al 90% ed oltre dei volumi disponibili su base annua (caratteristica tipica delle concessioni dello stesso periodo).

Di fatto quindi la sostituzione dei due gruppi con un singolo gruppo reversibile di pari potenza e portata fa sì che questo sia anche utilizzato per turbinare gli afflussi naturali disponibili secondo la concessione storica.

Il volume degli afflussi naturali, calcolato sui dati storici disponibili, è di 85.03 mil m<sup>3</sup>, mentre il volume pompato verso monte su un ciclo di 8 ore per 365 gg/anno alla massima potenza è di 126.14 mil m<sup>3</sup>. Ne segue che nel migliore e più estremo dei casi l'utilizzo delle portate naturali è del  $(85.03/(85.03+126.14))= 40,2\%$  e **l'impianto ricade quindi nella categoria dei pompaggi misti.**

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
<b>Portata media</b> [m <sup>3</sup> /s]	5.8	6.7	6.1	4.6	2.8	0.7	0	0	0	0.1	1.4	5
<b>Volumi</b> [mil m <sup>3</sup> ]	15.53	16.21	14.76	11.92	7.50	1.81	0.00	0.00	0.00	0.27	3.63	13.39
Portate medie in arrivo al bacino di Cucchinadorza (1995-2014).											<b>Totale</b> [mil m <sup>3</sup> ]	85.03

 HGT Design & Execution		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 77 di/of 79

## 6. VALUTAZIONE DI MASSIMA DEI COSTI

Questo paragrafo descrive la stima preliminare dei costi, stimati attraverso il metodo dei prezzi unitari globali. Ogni componente del progetto è stato dimensionato e calcolato nelle sue parti principali per definire le quantità più significative, così come riportato nel computo metrico. I costi unitari globali applicati sono stati determinati sulla base dell'esperienza di Lombardi in progetti simili e applicando i prezziari disponibili della regione Sardegna nell'anno 2022.

La valuta adottata per questa analisi è l'Euro. Tutti i costi devono essere considerati tasse escluse (IVA o qualsiasi altra tassa).

L'item "Elettromeccanica" include la fornitura di tutto l'impianto (componente meccanica, elettrica, servizi ausiliari, paratoie, carro ponte), compresa la posa e la messa in esercizio.

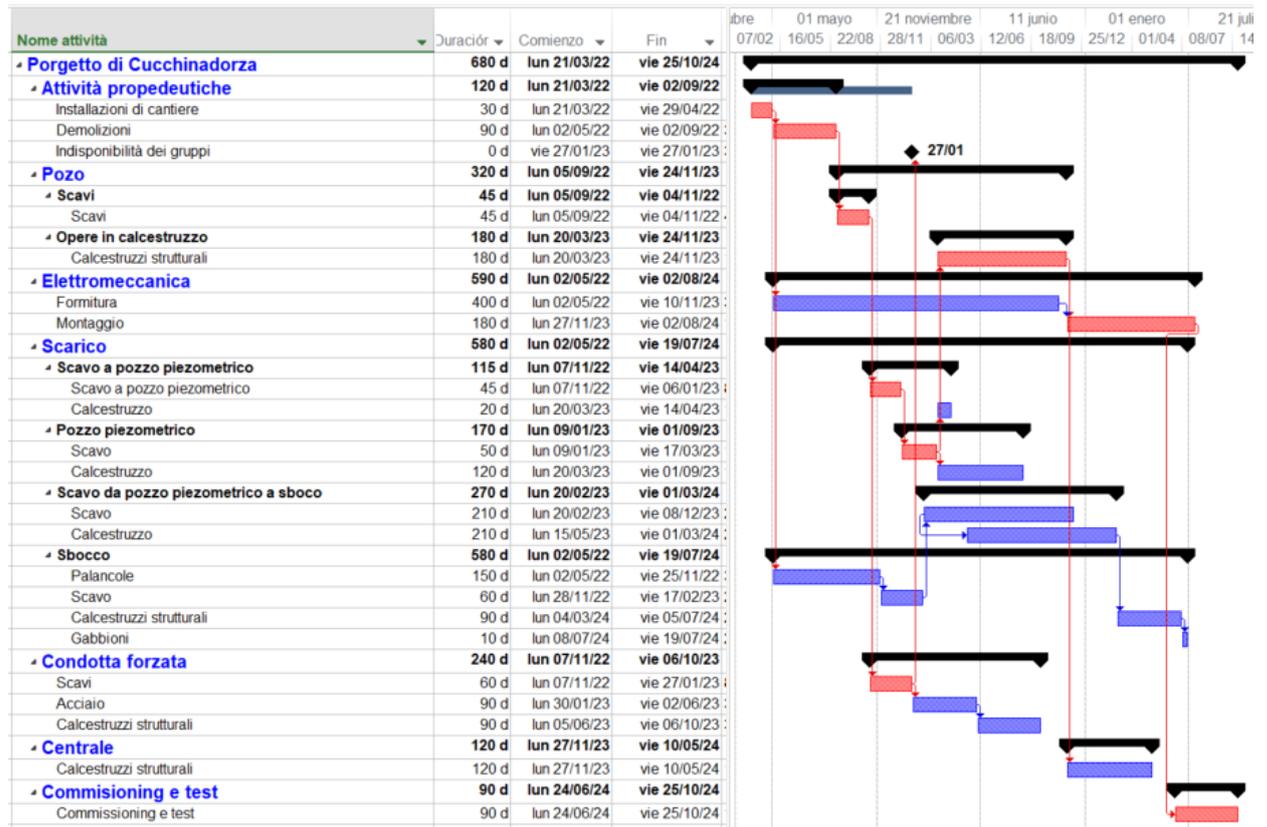
Nella tabella seguente si riporta la stima dei costi applicati all'intervento proposto:

RIASSUNTO STIMA DEI COSTI		
1	Cantieristica, demolizioni e lavori speciali	3,189,200.00
2	Scarico	5,542,200.00
3	Pozzo	4,113,100.00
4	Condotta forzata	2,672,200.00
5	Centrale	1,616,319.50
6	Elettromeccanica	34,000,000.00
7	Imprevisti (20% di 1, 2, 3, 4, 5, 6)	10,226,600.00
8	Costi della sicurezza (stima preliminare da precisare nel PSC) (3% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)	1,840,800.00
9	Costi addizionali della sicurezza per emergenza COVID-19 (2% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)	1,227,200.00
10	Incremento per ridotta produttività COVID-19 (2.5% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)	1,534,000.00
<b>TOTALE</b>		<b>Euro 65,962,000.00</b>

**Tabella 13:** Riassunto stima dei costi

## 7. CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA

Il cronogramma generale di esecuzione dell'intervento ha una durata totale stimata in 31 mesi.



 Green Power HGT Design & Execution		<i>GRE CODE</i> GRE.EEC.R.29.IT.H.15678.00.159.00
		<i>INTERNAL CODE</i> 2021.0047.005-ID-GEN-RET-060
		<i>PAGE</i> Pag. 79 di/of 79

**Allegato A – NTA – PCU – Comune di Ovodda.**

# **PIANO URBANISTICO COMUNALE (P.U.C.) - OVODDA**

**L. R. 22 Dicembre 1989 N° 45**

## **PARTE I - GENERALITA'**

### **ART. 1 - VALIDITA' DELLE NORME DI ATTUAZIONE**

Le presenti Norme di Attuazione del Piano Urbanistico Comunale completano ed integrano quelle del Regolamento Edilizio; esse sono valide in tutto il territorio comunale.

Nelle nuove costruzioni, ricostruzioni od ampliamenti di qualsiasi entità o natura devono essere osservate le norme e le prescrizioni relative a ciascuna zona secondo la suddivisione del territorio comunale operata dal vigente Piano Urbanistico Comunale.

### **ART. 2 - EDIFICAZIONE NELLE ZONE RESIDENZIALI**

Nelle zone residenziali è esclusa l'edificazione di industrie di qualsiasi genere, stalle, scuderie, ricoveri per animali in genere, macelli e depositi all'aperto.

E' consentita invece l'edificazione di edifici pubblici o di pubblico interesse (uffici, alberghi, ristoranti, cinema, luoghi di divertimento e svago, supermercati, ecc.); in questo caso, l'edificazione è subordinata alla dotazione di aree sufficienti, anche di proprietà privata ma accessibile al pubblico, per parcheggi nella misura del 30% dell'area coperta.

Sono altresì consentiti studi professionali, negozi e pubblici esercizi, autorimesse, magazzini non molesti, botteghe artigianali purché non moleste nonché compatibili e commisurate alle residenze e non recanti pregiudizio all'igiene e al decoro delle abitazioni.

Per quanto riguarda i negozi e gli esercizi pubblici in genere l'Amministrazione si riserva di limitarne il numero caso per caso, in base al piano della rete di vendita comunale di cui alla legge n. 426 del 11/06/1971 e successive modifiche ed integrazioni.

L'altezza minima utile dei locali adibiti ad abitazione non può essere inferiore a ml. 2,70.

L'altezza minima utile dei locali adibiti ad uso commerciale non può essere inferiore a ml. 2,80.

### **ART. 3 - CONTENUTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE**

Il Piano Urbanistico Comunale contiene:

a) gli indirizzi per una programmata attuazione degli interventi pubblici e privati sulla base dei fabbisogni accertati e delle prevedibili risorse;

b) l'individuazione delle aree necessarie ad assicurare agli insediamenti esistenti o programmati, la dotazione minima ed inderogabile di impianti, attrezzature e servizi pubblici;

c) le direttive per le tipologie edilizie e le caratteristiche d'intervento nelle singole zone omogenee;

d) l'individuazione delle aree da sottoporre a particolari vincoli per la tutela delle risorse ambientali e territoriali;

e) la previsione del fabbisogno decennale di abitazioni, servizi e attrezzature;

f) la individuazione delle aree destinate a residenze ed alle attività produttive; la suddivisione delle aree a destinazione agricola in zone omogenee sotto il profilo delle potenzialità d'uso e loro limitazioni; le aree da destinare a servizi pubblici.

### **ART. 4 - CARTOGRAFIA DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE**

Il Piano Urbanistico Comunale, per quanto concerne la cartografia comprende:

a) una planimetria generale in scala 1:10000 estesa a tutto il territorio comunale e comprensiva anche delle fasce marginali dei Comuni contermini, nella quale sono illustrate le fondamentali previsioni del Piano e individuate le situazioni di fatto, ed inoltre individuate le zone F di interesse turistico.

b) una planimetria su carta aerofotogrammetrica in scala almeno 1:2000 relativa all'aggregato urbano con la indicazione e la individuazione delle Zone Omogenee residenziali e non residenziali

(A, B, C, D), dei servizi cittadini esistenti, e delle aree vincolate da destinare a nuovi servizi (Zone S) o aree di Rispetto (Zone H), per il soddisfacimento degli standard urbanistici minimi;

c) una planimetria su carta catastale in scala almeno 1:2000 relativa all'aggregato urbano con l'indicazione e la individuazione delle Zone Omogenee residenziali e non residenziali ( A, B, C, D), dei servizi cittadini esistenti, e delle aree vincolate da destinare a nuovi servizi (Zone S) o aree di Rispetto (Zone H), per gli stessi scopi di al comma precedente, ma finalizzata alla restituzione dei certificati di destinazione urbanistica;

d) una planimetria in scala 1:2000 delle zone Artigianali esterne all'abitato;

e) una planimetria in scala 1:2.000 della Zona Taloro;

f) una planimetria in scala 1:200 della viabilità e servizi;

g) una relazione illustrativa dei criteri e dei dati di riferimento per la elaborazione del Piano;

h) le Presenti Norme di Attuazione con la integrazione delle tabelle in cui sono precisati i parametri per ciascuna zona, le altezze minime e massime delle costruzioni, i distacchi dei fabbricati dai confini, dagli assi stradali e dagli altri fabbricati, i rapporti di copertura, gli indici di edificabilità, le destinazioni edilizie ammesse, e le verifiche degli standard urbanistici relativi alle singole zone omogenee.

i) dal Regolamento Edilizio;

l) Carte Tematiche e relative relazioni.

#### **Il Piano Urbanistico Comunale si attua mediante:**

1) il Piano Particolareggiato

2) il Piano di Lottizzazione convenzionata

3) il Piano per gli Insediamenti Produttivi

4) il Piano per l'Edilizia Economica e Popolare

5) le Concessioni ed autorizzazioni edilizie

Gli strumenti di cui ai punti 1) 2) 3) 4) sono approvati secondo le procedure di cui all'articolo 20 della Legge Regionale 22/dicembre 1989 N° 45, in conformità alle previsioni del Piano Urbanistico Comunale, e nel rispetto delle direttive emanate dalla Regione ai sensi dell'articolo 5 , e secondo i contenuti di cui alle Leggi 17 agosto 1942 N° 1150, 18 aprile 1962 N° 167, e 22 ottobre 1971 N° 865 e successive modifiche ed integrazioni.

L'esecuzione di opere comportanti trasformazioni urbanistica ed edilizia nel territorio comunale sono soggette di norma a Concessione Edilizia da parte del Sindaco, che la rilascia dietro corresponsione degli oneri ed essa relativi, in base alle leggi vigenti, o ad Autorizzazione Edilizia.

Per gli effetti della Legge 15/maggio/1997 n. 127, Articolo 6, comma f) le concessioni edilizie e le autorizzazioni, di cui al punto precedente, sono rilasciate dai Responsabili dei Servizi.

a) sono soggette a concessione edilizia le opere comportanti trasformazione urbanistica ed edilizia nel territorio comunale ai sensi dell'articolo 1 della Legge 28/1/1977 N° 10;

b) sono soggette ad autorizzazione edilizia le opere di manutenzione straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, le recinzioni di terreni, e quanto indicato nell'articolo 13 della Legge Regionale 11/ottobre/ 1985 n° 23.

c) l'esecuzione degli interventi di cui al punto 2), cioè le lottizzazioni di aree da parte di privati singoli o associati, secondo le prescrizioni di zona o di vincolo indicate nel Piano Urbanistico Comunale sono sottoposte oltre che alle norme sopracitate alle seguenti limitazioni:

Qualora i privati proprietari dei terreni nelle Zone " C " di Espansione non provvedano alla lottizzazione di detti terreni entro un periodo di anni uno, e qualora esistano le condizioni oggettive di urgenza per il reperimento di aree edificabili, il Comune dopo aver invitato i proprietari a procedere nei modi previsti dalla Legge alla Lottizzazione di detti terreni, come previsto dal Regolamento Edilizio, procede alla Lottizzazione d'ufficio con le modalità previste dalla legislazione vigente, previa ripartizione delle spese a carico dei proprietari.

## PARTE II - ZONIZZAZIONE.

### ART. 5 - AZZONAMENTO DEL TERRITORIO.

Il territorio del Comune di OVODDA risulta suddiviso nelle seguenti zone omogenee:

- **Zona A:** **Centro Storico**
  
- **Zona B:** **Completamento**
  - Sottozona B1: Completamento interno.
  - Sottozona B2 : Completamento esterno.
  - Sottozona B3 : Completamento esterno.
  
- **Zona C:** **Espansione Residenziale**
  - Sottozona C1 : zona di Espansione ed I.A.C.P.;
  - Sottozona C1A: zona di Espansione ;
  
- **Zona D:** **Artigianale**
  - zona D1 : zona artigianale GHILIDDOE
  - zona D2 : zona artigianale (P.I.P.)
  - zona D3 : zona artigianale AGROALIMENTARE (P.I.P.)
  - zona D4 : zona artigianale esistente
  
- **Zona E :** **Agricola e silvo-pastorale**
  - sottozona E2 : Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva
  - sottozona E3 : Aree agricole ad elevata frammentazione aziendale
  - sottozona E4 : Aree agricole ad elevata concentrazione insediativa
  - sottozona E5 : Aree marginali per l'attività agricola
  - sottozona E6 : Aree comprendenti Biotipi meritevoli di conservazione
  
- **Zona F :** **Di interesse turistico**
  
- **Zona H :** **Di vincolo e tutela ambientale**
  - Sottozona H1 : Vincolo cimiteriale.
  - Sottozona H2: Vincolo per impianto di depurazione
  - Sottozona H3 : Vincolo di rispetto fluviale
  - Sottozona H4 : Vincolo per impianto di depurazione
  - Sottozona H5 : Vincolo di rispetto per monumenti archeologici.
  - Sottozona H6 : Tutela paesaggistica, ambientale, monumentale, naturalistica.
  - Sottozona H7 : Tutela per rispetto stradale.
  - Sottozona H8 : vincolo di rispetto idrogeologico e geologico .
  
- **Zona S :** **Servizi cittadini**
  - Sottozona S1 : Servizi per l'istruzione.
  - Sottozona S2 : Servizi e attrezzature di interesse comune (municipio, centro sociale, uffici ASL etc. )
  - Sottozona S3 : Verde pubblico, sport, piazze, municipio
  - Sottozona S4 : Parcheggi pubblici.

## **ART. 6 - ZONA A CENTRO STORICO**

Sono comprese in questa zona le parti del territorio interessati da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, ambientale e tradizionale, e le porzioni di essi, comprese le relative aree di pertinenza che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.

Il trattamento di questa zona è indirizzato soprattutto alla conservazione della fisionomia ambientale nel suo valore urbanistico, edilizio e tipologico.

Gli edifici infatti, se presi singolarmente, non hanno particolare importanza architettonica, ma nell'insieme creano un tessuto urbano caratteristico che merita di essere conservato.

Essa è caratterizzata da una tessitura viaria mossa e irregolare con strade che tendono in molti punti a divenire viottoli non carrabili con pendenze da basse a medie, ed in alcuni casi a forte pendenza; sulle strade si affacciano gli edifici prevalentemente a schiera o in linea su uno, due o al massimo tre piani.

In questa zona, in assenza di Piano Particolareggiato, sono consentite le operazioni di risanamento statico e conservativo, le manutenzioni ordinarie e straordinarie; sono altresì consentite le variazioni di destinazione d'uso per la trasformazione in locali commerciali quali piccoli negozi, bar, tavole calde e simili.

Per le nuove costruzioni, le sopraelevazioni e le ricostruzioni anche a seguito di demolizione, quando siano ammesse in sede di Piano Attuativo, l'indice fondiario non può superare quello medio della zona, che potrà essere verificato anche a livello di subzone (isolati o gruppi di isolati) che abbiano caratteristiche di omogeneità edilizia ed urbanistica, nel pieno rispetto delle prescrizioni dello stesso Piano Attuativo sia volumetrico che tipologico.

L'altezza degli edifici, sia nel caso di risanamento, che nel caso di nuove costruzioni, ricostruzioni o sopraelevazioni non può superare le altezze degli edifici circostanti preesistenti, computate senza tenere conto di sovrastrutture o di sopraelevazioni aggiunte alle antiche strutture.

Le distanze tra gli edifici, nel caso di interventi di risanamento e ristrutturazione non possono essere inferiori a quelle intercorrenti tra gli edifici preesistenti computate senza tenere conto di costruzioni aggiuntive di epoche recenti e prive di valore storico o ambientale.

Per le nuove costruzioni e le ricostruzioni, salvo la possibilità di ricostruire in aderenza, la distanza minima tra gli edifici non potrà essere inferiore ai 2/3 dell'altezza del nuovo fabbricato e comunque mai inferiore a mt. 4,00.

Nell'ambito degli attuali isolati sono consentite le costruzioni con schemi a cortile chiuso, in alternativa a quelle classiche, purché realizzate con materiali tipici ed esclusivi della Barbagia.

Il cortile chiuso deve comunque garantire una superficie libera  $\geq 1/3$  della superficie del lotto.

Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata pari a 1 mq. per ogni 10 mc. di costruzione, che potrà essere riservata anche nella parte retrostante purché di facile accesso; qualora la superficie del lotto o del fabbricato esistente non sia tale da garantire la realizzazione di una residenza di superficie adeguata (maggiore di 45 mq. Utili) è consentita la possibilità della dotazione di aree di sosta e parcheggio in lotti adiacenti o facilmente raggiungibili (entro 100 metri di distanza), tali aree saranno vincolate con atto unilaterale d'obbligo a destinazione permanente a parcheggio per l'alloggio sopra precisato.

## **ART. 7 - ZONA B1 - COMPLETAMENTO INTERNO. (IF= 2.50 MC/MQ).**

L'intera zona è sottoposta a normativa del Piano Particolareggiato.

Sono comprese in questa zona le parti di abitato totalmente o parzialmente edificate che pure essendo del vecchio nucleo urbano non hanno le caratteristiche della Zona A.

Si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 10% di quella complessiva, verificando tale rapporto entro comparti non superiori a 5000 mq., tale superficie può essere elevata fino a 10000 mq. in presenza di opere di urbanizzazione primaria già realizzate e di un assetto urbanistico totalmente definito nel rispetto degli standards urbanistici.

Essa è caratterizzata da un tessuto viario molto irregolare, con tratti di strada spesso abbastanza stretti e tortuosi, nei quali esiste una tipologia edilizia in prevalenza unifamiliare a schiera con due o più piani fuori terra.

In detta zona si prescrive, attraverso interventi coordinati, la regolarizzazione delle sezioni viarie al fine di ottenere strade di almeno 6,00 mt. di larghezza.

Per questa zona è prevista in sede di piano particolareggiato una densità fondiaria di 2.50 mc/mq..

Gli edifici possono sorgere a filo strada ed essere del tipo isolato, a schiera o in linea a condizione che siano rispettate le norme sui distacchi tra le pareti finestrate.

E' peraltro consentito l'arretramento del filo strada, a condizione che siano risolti architettonicamente i rivolti di prospetto con gli edifici adiacenti; in tal caso l'area antistante dovrà essere destinata ad uso pubblico per parcheggio o verde.

L'altezza dei nuovi edifici e delle sopraelevazioni è regolata dalle prescrizioni del PP

Nelle aree inedificate o risultanti libere in seguito a demolizione, contenute in un tessuto urbano già definito o consolidato, che si estendono sul fronte stradale o in profondità per una lunghezza inferiore a mt. 20, nel caso di impossibilità di costruire in aderenza qualora il rispetto delle distanze tra pareti finestrate comporti la inutilizzazione dell'area o ad una soluzione tecnica inaccettabile il Sindaco, sentita la commissione edilizia, può consentire la riduzione delle distanze, nel rispetto delle disposizioni del Codice Civile.

Qualora non si costruisca in aderenza con i lotti confinanti la distanza minima dai confini deve essere di mt. 4,00, tale distanza potrà ridursi nel caso venga stipulata, tra i proprietari confinanti, apposita convenzione in cui entrambi garantiscano che la distanza minima tra i fabbricati con pareti finestrate non risulterà comunque inferiore a mt. 8,00; nel caso di pareti cieche tale distanza potrà essere ridotta fino a metri 6,00 sempre previo accordo tra i proprietari.

Nell'ambito degli attuali isolati sono consentite tipologie con cortile chiuso, purché realizzate con materiali tipici ed esclusivi della Barbagia, e nel rispetto delle norme di cui all'articolo 31 e 77 del Regolamento Edilizio.

Il cortile chiuso deve comunque garantire una superficie libera  $\geq 1/3$  della superficie del lotto.

Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata pari a mq. 1,00 ogni 10 mc. di costruzione, che potrà essere riservata anche nel cortile retrostante purché di facile accesso.

All'interno dei cortili sono consentite costruzioni accessorie a condizione che rientrino nei limiti dell'indice di fabbricabilità fondiario previsto, e non superino l'altezza di mt. 3,00.

In tutte le zone omogenee B1, la distanza delle nuove costruzioni dall'asse stradale, non potrà essere inferiore a metri lineari 4.00;

Il terreno, reso libero sul fronte strada, per una profondità pari a quella dei marciapiedi circostanti, è ceduto al patrimonio del Comune per uso pubblico a titolo gratuito; la volumetria da esso derivata, è valutabile per intero per i fini edificatori, a favore del lotto.

Sono fatti salvi gli eventuali allineamenti con costruzioni preesistenti, nel caso che gli spazi resi liberi dall'arretramento non siano compatibili con le aree circostanti.

L'indice di copertura massimo consentito è pari ai  $1/2$  della superficie del lotto.

La superficie minima del lotto è fissata in 200 mq.; per i lotti interclusi, qualora il lotto abbia superficie inferiore, ma comunque superiore a 100 mq, per consentire unità edilizie adeguate, si può consentire un indice di copertura maggiore di quello stabilito di  $\frac{1}{2}$ .

## **ART. 8 - ZONA B2 - COMPLETAMENTO ESTERNO. (IF=2.16 MC/MQ)**

L'intera zona è sottoposta a normativa del Piano Particolareggiato.

Sono comprese in questa zona le parti dell'abitato totalmente o parzialmente edificate comprendente edifici o interi isolati di costruzione abbastanza recente. Essa è caratterizzata da un tessuto viario già completamente definito negli allineamenti, con tratti di strada generalmente poco uniformi e con larghezze medie intorno ai mt. 6,00 - 7,00 .

In essa si riscontra un'edilizia che tende ad abbandonare i caratteri tradizionali verso tipologie di impianto cittadino, con preferenza per la tipologia isolata generalmente unifamiliare.

L'indice di copertura non potrà in nessun caso superare i 1/2 della superficie del lotto;

l'indice di fabbricabilità dovrà essere contenuto nei 2.16 mc./mq.

Sulle vie principali, la distanza delle nuove costruzioni dall'asse stradale, non potrà essere inferiore a metri lineari 5.00; sono fatte salve le costruzioni con allineamenti già predefiniti (nel caso di costruzioni in aderenza).

Il terreno, reso libero sul fronte strada a seguito di arretramento, e per una profondità di metri lineari 1.00, è ceduto al patrimonio del Comune per uso pubblico a titolo gratuito; la volumetria da esso derivata, è valutabile per intero per i fini edificatori, a favore del proprietario del lotto.

Nelle altre strade gli edifici possono sorgere a filo strada ed esser del tipo isolato, a schiera o in linea a condizione che siano rispettate le norme sui distacchi fra le pareti finestrate. Possono essere anche arretrati rispetto al filo strada a condizione che siano risolti architettonicamente tutti i prospetti; in tal caso l'area antistante dovrà essere destinata ad uso pubblico per parcheggio o verde.

Le altezze dei nuovi edifici o delle sopraelevazioni non possono superare quelle consentite dalle norme sui distacchi degli edifici e comunque non possono superare mai i mt. 8.00 sul fronte strada principale, e in caso di forte pendenza metri 10.50 a valle e 8.00 a monte della costruzione.

La distanza minima assoluta prescritta tra pareti finestrate non deve essere inferiore a mt. 8.00.

E' fatta salva la possibilità di conservare l'allineamento dei fabbricati esistenti nei tratti di strada con tessuto urbano già definito.

Nelle aree inedificate o risultanti libere in seguito a demolizione, contenute in un tessuto urbano già definito e consolidato, che si estendono sul fronte stradale o in profondità per una lunghezza inferiore a mt. 20, nel caso di impossibilità di costruire in aderenza qualora il rispetto delle distanze tra pareti finestrate comporti la inutilizzazione dell'area o ad una soluzione tecnica inaccettabile il Comune può consentire la riduzione delle distanze, nel rispetto delle disposizioni del Codice Civile.

Qualora non si costruisca in aderenza con i lotti confinanti la distanza minima dai confini deve essere di mt. 4,00.

Nell'ambito degli attuali isolati sono consentite tipologie con cortile chiuso, purché realizzate con materiali tipici ed esclusivi dell'area della Barbagia, e nel rispetto delle norme di cui all'articolo 31 e 77 del Regolamento Edilizio.

Il cortile chiuso deve comunque garantire una superficie libera  $\geq$  1/3 della superficie del lotto.

All'interno dei lotti non sono consentite costruzioni accessorie se non facenti parte dell'impianto edilizio principale e con esso risolte architettonicamente; in tal caso devono tuttavia rientrare nell'indice di fabbricabilità fondiario previsto in funzione della sistemazione della zona; non possono superare l'altezza di mt. 3.00 ma possono essere adiacenti al confine del lotto.

Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata, all'interno o all'esterno del lotto, purché in luogo facilmente accessibile, pari a mq. 1,00 per ogni 10,00 mc. di costruzione.

Nel caso di edifici isolati nel lotto, le recinzioni dello stesso non devono superare i metri 2,20 di altezza sul fronte prospiciente la strada (di cui m. 1.50 a parete cieca e l'altra ad aria passante).

L'indice di copertura massimo consentito è pari ai 1/2 della superficie del lotto.

## **ART. 9 - ZONA B3 - COMPLETAMENTO ESTERNO. (IF=1.87 MC/MQ)**

L'intera zona è sottoposta a normativa del Piano Particolareggiato.

Sono comprese in questa zona le parti dell'abitato totalmente o parzialmente edificate comprendente edifici o interi isolati di costruzione abbastanza recente. Essa è caratterizzata da un

tessuto viario già completamente definito negli allineamenti, con tratti di strada generalmente poco uniformi e con larghezze medie intorno ai mt. 6,00 - 7,00 .

In essa si riscontra un'edilizia che tende ad abbandonare i caratteri tradizionali verso tipologie di impianto cittadino, con preferenza per la tipologia isolata generalmente unifamiliare.

L'indice di copertura non potrà in nessun caso superare i 1/2 della superficie del lotto;

l'indice di fabbricabilità dovrà essere contenuto nei 1.87 mc./mq.

Sulle vie principali, la distanza delle nuove costruzioni dall'asse stradale, non potrà essere inferiore a metri lineari 5.00; sono fatte salve le costruzioni con allineamenti già predefiniti (nel caso di costruzioni in aderenza).

Il terreno, reso libero sul fronte strada a seguito di arretramento, e per una profondità di metri lineari 1.00, è ceduto al patrimonio del Comune per uso pubblico a titolo gratuito; la volumetria da esso derivata, è valutabile per intero per i fini edificatori, a favore del proprietario del lotto.

Nelle altre strade gli edifici possono sorgere a filo strada ed esser del tipo isolato, a schiera o in linea a condizione che siano rispettate le norme sui distacchi fra le pareti finestrate. Possono essere anche arretrati rispetto al filo strada a condizione che siano risolti architettonicamente tutti i prospetti; in tal caso l'area antistante dovrà essere destinata ad uso pubblico per parcheggio o verde.

Le altezze dei nuovi edifici o delle sopraelevazioni non possono superare quelle consentite dalle norme sui distacchi degli edifici e comunque non possono superare mai i mt. 7.50 sul fronte strada principale, e in caso di forte pendenza i metri 9.50 a valle e 7,50 a monte della costruzione.

La distanza minima assoluta prescritta tra pareti finestrate non deve essere inferiore a mt. 8.00.

E' fatta salva la possibilità di conservare l'allineamento dei fabbricati esistenti nei tratti di strada con tessuto urbano già definito.

Nelle aree inedificate o risultanti libere in seguito a demolizione, contenute in un tessuto urbano già definito e consolidato, che si estendono sul fronte stradale o in profondità per una lunghezza inferiore a mt. 20, nel caso di impossibilità di costruire in aderenza qualora il rispetto delle distanze tra pareti finestrate comporti la inutilizzazione dell'area o ad una soluzione tecnica inaccettabile il Comune può consentire la riduzione delle distanze, nel rispetto delle disposizioni del Codice Civile.

Qualora non si costruisca in aderenza con i lotti confinanti la distanza minima dai confini deve essere di mt. 4,00.

Nell'ambito degli attuali isolati sono consentite tipologie con cortile chiuso, purché realizzate con materiali tipici ed esclusivi della Barbagia, e nel rispetto delle norme di cui all'articolo 31 e 77 del Regolamento Edilizio.

Il cortile chiuso deve comunque garantire una superficie libera  $\geq$  1/3 della superficie del lotto.

All'interno dei lotti non sono consentite costruzioni accessorie se non facenti parte dell'impianto edilizio principale e con esso risolte architettonicamente; in tal caso devono tuttavia rientrare nell'indice di fabbricabilità fondiario previsto in funzione della sistemazione della zona; non possono superare l'altezza di mt. 3.00 ma possono essere adiacenti al confine del lotto.

Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata, all'interno o all'esterno del lotto, purché in luogo facilmente accessibile, pari a mq. 1,00 per ogni 10,00 mc. di costruzione.

Nel caso di edifici isolati nel lotto, le recinzioni dello stesso non devono superare i metri 2,20 di altezza sul fronte prospiciente la strada (di cui m. 1.50 a parete cieca e l'altra ad aria passante).

L'indice di copertura massimo consentito è pari ai 1/2 della superficie del lotto.

## ART. 10 - ZONA C1 e C1A - ESPANSIONE RESIDENZIALE

Il presente articolo detta le norme da applicare nelle zone di espansione residenziale individuate come C1 e come C1A.

- Le zone **C1** si compongono di due aree distinte, di cui una di espansione residenziale periferica ineditata, e un'altra interna al centro urbano già edificata da parte dell'I.A.C.P. in conformità alle prescrizioni del relativo Piano Attuativo approvato con delibera del Commissario Prefettizio con i poteri del consiglio comunale n. 14 del 18.02.1997. Per quanto concerne quest'ultima area si prevedono esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria.
- La Zona **C1A** è situata immediatamente sopra la Zona "A" e risulta interclusa alla Zona "B2".

Le zone C1e C1A (nuova espansione), sono destinate prevalentemente ad insediamenti residenziali unitari, per i quali sono necessari interventi urbanistici coordinati, è consentita la previsione di attività produttive e terziarie purchè compatibili e commisurate alla residenza; in tal senso l'edificazione è consentita solo se il fabbricato sorgerà su un lotto facente parte di un piano di lottizzazione convenzionato.

Il comparto minimo lottizzabile autonomamente e così di seguito individuato:

- Per le Zone **C1**, il comparto minimo non deve essere inferiore a 10.000 mq. senza soluzione di continuità;
- Per la Zona **C1A**, trovandosi interclusa alla Zona B2 e a ridosso della Zona A, sono consentite lottizzazioni con comparto minimo inferiore a 10.000 mq.

E' tuttavia necessario, prima di procedere al Piano di Lottizzazione, estendere lo studio per l'assetto viario e la localizzazione dei servizi pubblici all'intero comparto C, come individuate nelle planimetrie del PUC.

Il piano deve definire le aree per i lotti edificabili (superficie fondiaria), quelle per la viabilità, per il parcheggio e la sosta pubblici, per i servizi e il verde pubblico.

La densità territoriale massima ammissibile nella zona è di 1,00 mc/mq, mentre la densità territoriale di popolazione non deve superare i 100 ab/ha.

La ripartizione della superficie della zona deve essere così effettuata:

- Superficie fondiaria massima 60 %
- Aree per l'istruzione S1 5 % pari a 10 mq/ab
- Aree di interesse comune S2 10 % pari a 10 mq/ab
- Aree a verde attrezzato S3 5 % " " 5 "
- Aree per parcheggi pubblici S4 5 % " " 3% "
- Aree per la viabilità di zona 15 %

Nella zona di espansione residenziale, nell'ambito degli interventi coordinati e delle lottizzazioni si possono adottare tipologie edilizie libere purchè la soluzione urbanistico-compositiva ed il disegno urbano risultino unitari al fine di consentire un organico inserimento dell'intervento nel contesto più ampio dell'aggregato urbano.

Nelle zone C sono previste le seguenti norme :

- a) Le altezze massime degli edifici saranno fissate dai piani di lottizzazione con un massimo che comunque non potrà superare i mt. 6,50; non sono consentite tipologie di edifici su pilotis.
- b) La distanza minima assoluta tra pareti finestrate deve essere di almeno mt.10.00.

In ogni caso tra pareti finestrate di edifici antistanti è prescritta una distanza minima pari all'altezza del fabbricato più alto; la norma si applica anche quando una sola parete sia finestrata. La distanza dei fabbricati dall'asse stradale non deve essere inferiore a mt. 5,00.

c) Non sono ammesse costruzioni sul confine di proprietà salvo che per le case a schiera e/o abbinate; l'arretramento minimo dai confini deve essere di mt. 5,00 dai confini non prospicienti le strade e di mt. 3,00 sul ciglio stradale.

La facoltà di costruire in aderenza è ammessa solo per case abbinata e/o a schiera con caratteristiche architettoniche omogenee purchè non abbiano a crearsi fronti continui di lunghezza superiore a mt. 24 per le case abbinata e a mt. 60 per quelle a schiera.

d) Il rapporto di copertura tra l'area coperta dell'edificio e l'area del lotto deve essere al massimo 1/3 per le case a schiera e per quelle isolate uno o plurifamiliari.

e) La dimensione minima del lotto edificabile è fissata in mq. 300 per le case a schiera e mq. 400 per le case isolate.

Nelle zone C, sono consentite tipologie con cortile chiuso, purché realizzate con materiali tipici ed esclusivi della Barbagia, e nel rispetto delle norme di cui all'articolo 31 e 77 del Regolamento Edilizio.

f) All'interno del lotto non sono consentite costruzioni accessorie se non facenti parte dell'impianto edilizio principale e con esso risolte architettonicamente.

g) Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata, all'interno o all'esterno del lotto, purché in luogo facilmente accessibile, pari a mq. 1,00 per ogni 10 mc. di costruzione; nel caso di edifici a pilotis tali spazi possono essere presi anche nella zona dei pilotis.

h) Nel caso di edifici isolati nel lotto o a schiera arretrata rispetto il filo strada, le recinzioni sul fronte prospiciente la strada devono essere a giorno, e tassativamente in pietrame lavorato faccia vista.

i) E' fatto obbligo della sistemazione a verde degli spazi, di pertinenza degli edifici, non utilizzati.

l) Entro 3 anni dall'entrata in vigore del presente P.U.C. i proprietari delle aree dovranno presentare il Piano di Lottizzazione. Tuttavia, anche prima di tale termine, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, qualora sussistano i motivi di urgenza ed indifferibilità, su motivata delibera della Giunta Municipale, entro anni uno, i proprietari delle aree comprese nelle zone di espansione "C", sono obbligati a presentare, per le approvazioni di rito, il relativo Piano di Lottizzazione, nei limiti e con le modalità previste nel Regolamento Edilizio Comunale, e secondo i vincoli imposti dal presente articolo.

Il non rispetto della precedente disposizione costituisce grave motivo di inerzia, ed autorizza implicitamente il Comune all'esercizio in deroga del potere sostitutivo; pertanto il Comune può procedere senza indugio alla stesura del Piano di Lottizzazione d'Ufficio, o in alternativa alla individuazione di nuove aree edificabili, all'esterno del perimetro del Piano Urbanistico Comunale in vigore, riclassificando dette aree "C" in zone omogenee non più edificabili, e ciò senza gli stessi proprietari possano vantare ricompense o risarcimenti di nessun genere.

Le aree di cessione devono essere accorpate e scelte di comune accordo con il Comune di Ovodda.

## **ART. 11 - ZONA D1 - ARTIGIANALE (Lottizzazione già approvata).**

(Articolo riformulato con le indicazioni della Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica Territoriale e della Vigilanza Edilizia, della R.A.S. e approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 12 del 27/04/2007)

La zona D1, localizzata lungo la S.S. 128 (località GHILIDDOE), ha una superficie di ha. 6.41.32.

La destinazione della zona D1 sono gli insediamenti produttivi a carattere artigianale e piccolo industriale, i depositi e gli impianti, e in maniera specifica gli insediamenti per le attività moleste o inquinanti, mattatoio.-

E' vietata la costruzione di edifici per abitazione, all'infuori di quelli strettamente necessari ad accogliere il personale di custodia e i titolari dell'attività, nella misura massima di una abitazione (120 mq. di superficie netta al massimo) per lotto.

Disposizioni particolari per la zona D1:

INDICE DI FABBRICABILITA' TERRITORIALE: 1.50 mc/mq

INDICE DI FABBRICABILITA' FONDIARIA: 2.00 mc/mq

STRUMENTO URBANISTICO ESECUTIVO: i proprietari o i consorzi di proprietari sono tenuti a presentare uno strumento urbanistico esecutivo (piano di lottizzazione convenzionato) esteso all'intera superficie della zona D1, che costituisce comparto unico di intervento. E' data facoltà all'Amministrazione Comunale di redigere un piano particolareggiato, qualora si riscontri inerzia da parte dei privati alla predisposizione della lottizzazione convenzionata e sempre che si ravvisi un preminente interesse pubblico nella edificazione delle aree comprese nella zona D1.

ATTREZZATURE: dovranno essere destinate aree a spazi pubblici nella misura minima del 10% dell'intera superficie territoriale, così suddivisa:

- verde pubblico: 6 %

- parcheggi: 4 %

Nei nuovi insediamenti di carattere commerciale e direzionale, all'interno dei lotti dovranno essere previsti adeguati spazi pubblici o ad uso pubblico, escluse le sedi viarie, di cui almeno la metà destinata a parcheggi.

Tali aree dovranno essere pari a mq. 80 per ogni 100 mq. di superficie coperta.

SUPERFICIE MINIMA DEL LOTTO: mq. 800

INDICE MASSIMO DI COPERTURA: 0.50 mq/mq

ALTEZZA DEGLI EDIFICI: non è consentito superare l'altezza di mt. 7.50 ad esclusione di camini, areatori, prese d'aria, antenne e simili, che dovranno essere dettagliatamente indicate in progetto.

NUMERO DEI PIANI: non è consentito costruire più di due piani fuori terra.

DISTACCO DAGLI EDIFICI: non devono essere inferiori a mt. 8.00; sono consentite le costruzioni in aderenza, sulla base di un progetto unico o di un concordato tra confinanti depositato in Comune.

DISTACCO DAI CONFINI: salvo i casi particolari previsti dal punto precedente, non devono essere inferiori a mt. 4.00.

DISTANZA DAL CIGLIO STRADALE: è ammessa una distanza minima delle costruzioni di mt. 5.00 dal ciglio stradale. ~~Sono da osservare le distanze della S.S. N. 128 previste dal D.M. 1 aprile 1968.~~ Le prescrizioni di cui al D. Lgs 285/92 e successive modifiche e integrazioni saranno applicate a tutta la viabilità per cui queste prescrizioni sono applicabili.

SPAZI INTERNI : non sono consentiti.

ABBINAMENTO DI PROPRIETA': è ammesso l'abbinamento di due o più proprietà.

## **ART. 12 - ZONA D2 - ARTIGIANALE (P.I.P.) Piano per gli Insediamenti Produttivi**

Comprende quella parte del territorio del Comune di OVODDA posto a valle dell'abitato in adiacenza alla strada Statale 128 confinante con la zona artigianale D1.

La superficie di questa zona è di circa 38.830 mq.;

In queste zone l'edificazione è consentita solo se inquadrata in un piano di lottizzazione esteso a tutta la superficie territoriale senza soluzione di continuità ed approvata a termini di legge, con le modalità previste dalla Legge 22-10- 1971 n. 865 art. 27, da definire in sede di piano attuativo.

Nei lotti, oltre agli edifici ed impianti di interesse artigianale e produttivo, è consentita la costruzione di edifici per uffici, magazzini, mense ed attrezzature di servizio.

E' invece vietato costruire edifici di abitazione ad eccezione dei locali indispensabili al personale di custodia.

Ogni complesso deve sorgere isolato nel lotto e i distacchi dai confini non devono essere inferiori a mt. 6,00, mentre il distacco dal filo delle strade non deve essere inferiore a mt. 8,00.

La dimensione minima del lotto edificabile è fissata in mq. 800;

l'indice massimo di copertura è stabilito in 1/3;

l'indice di fabbricabilità fondiaria non deve superare i 2.00 mc. a mq.

L'altezza massima degli edifici non può superare i mt. 7,50, pari a n. 2 piani fuori terra.

Nelle aree di minimo distacco possono sorgere costruzioni accessorie anche addossate ai confini di proprietà, purché le loro superfici non superino i mq. 100 e l'altezza non sia superiore a mt. 3,00. Sia i volumi che le superfici di tali fabbricati rientrano nel computo degli indici di fabbricabilità e di copertura.

All'interno dei lotti dovranno essere lasciati adeguati spazi per consentire la manovra di tutti gli automezzi che saranno interessati all'attività del complesso artigianale o industriale, nonché adeguate aree per la sosta dei mezzi di lavoro e degli autoveicoli degli addetti.

Tali aree dovranno essere pari a mq. 80 per ogni 100 mq. di superficie coperta.

In questa zona la superficie da destinare a spazi pubblici o ad attività collettive (S2 , 5%), verde pubblico (S3, 9%) e parcheggi pubblici (S4, 4%) fuori dei lotti non può essere inferiore al 18% dell'intera superficie della zona D2, escluse le sedi viarie.

L'indice territoriale della zona è fissato in 1,00 mc/mq..

**ART. 13 - ZONA D3 - ARTIGIANALE AGROALIMENTARE (Lottizzazione già approvata).**

Comprende quella parte del territorio del Comune di OVODDA posto a monte dell'abitato nelle immediate vicinanze della strada Statale SS128 OVODDA - GAVOI in località denominata "S'Orgolesu".

la superficie di questa zona è di 20821 mq.;

Si riportano di seguito le linee principali delle Norme di attuazione della zona D3.

La edificazione è ammessa anche se non ancora ultimate le opere di urbanizzazione primaria, purché sia sottoscritto l'impegno alla contemporanea esecuzione delle stesse, ai sensi del 7° comma dell'art.28 della L.1150/42 le stesse siano rese agibili in un arco di tempo ragionevole, che consenta l'inizio delle attività produttive senza nocimento alla salute pubblica.

Le prescrizioni minime da rispettare sono quelle tracciate negli elaborati grafici per ogni singolo lotto, tenendo conto che l'indice di copertura non deve in nessun caso portare ad eccedere i limiti imposti come superfici massime di ingombro.

E' prescritto per tutti i lotti:

Indice fondiario massimo	2.00 mc/mq.
Altezza massima degli edifici	6.50 ml.
Distanza dai confini	5.00 ml
Distanza tra gli edifici	10.00 ml.
Distanza dalla mezzeria stradale	8.00 ml.
Indice di copertura	0.50 mq/mq
Lotto minimo	600 mq.
Larghezza minima della carreggiata stradale	7.00 ml
Larghezza minima dei marciapiedi	1.50 ml.

#### **ART. 14 - ZONA D4 - ARTIGIANALE (Attività esistente).**

Comprende quella parte del territorio del Comune di OVODDA posto a monte dell'abitato in adiacenza alla strada Statale 128 in zona "Sa e Marina" (La superficie di questa zona è di circa 11415 mq.); e l'area individuata in prossimità del lago di Cucchinadorza, vicino alla centrale idroelettrica del Taloro (la superficie di questa zona è di circa 4.884 mq.).

La edificazione è consentita solo previa redazione di un Piano di Lottizzazione esteso all'intera superficie delle singole aree Sa e Marina o Cucchinadorza.

Nei lotti, oltre agli edifici ed impianti di interesse artigianale e produttivo, è consentita la costruzione di edifici per uffici, magazzini, mense ed attrezzature di servizio.

Ogni complesso deve sorgere isolato nel lotto e i distacchi dai confini non devono essere inferiori a mt. 6,00, mentre il distacco dal filo delle strade non deve essere inferiore a mt. 8,00.

La dimensione minima del lotto edificabile è fissata in mq. 1000;

l'indice massimo di copertura è stabilito in 1/4;

l'indice di fabbricabilità fondiaria non deve superare i 1.00 mc. a mq.

L'altezza massima degli edifici non può superare i mt. 7,50, pari a n. 2 piani fuori terra.

Nelle aree di minimo distacco possono sorgere costruzioni accessorie anche addossate ai confini di proprietà, purché le loro superfici non superino i mq. 100 e l'altezza non sia superiore a mt. 3,00. Sia i volumi che le superfici di tali fabbricati rientrano nel computo degli indici di fabbricabilità e di copertura.

All'interno dei lotti dovranno essere lasciati adeguati spazi per consentire la manovra di tutti gli automezzi che saranno interessati all'attività del complesso artigianale o industriale, nonché adeguate aree per la sosta dei mezzi di lavoro e degli autoveicoli degli addetti.

Tali aree dovranno essere pari a mq. 80 per ogni 100 mq. di superficie coperta.

In questa zona la superficie da destinare a spazi pubblici o ad attività collettive (S2, 5%), verde pubblico (S3, 9%) e parcheggi pubblici (S4, 6%) fuori dei lotti non può essere inferiore al 20% dell'intera superficie della zona D4.

L'indice territoriale della zona è fissato in 1,00 mc/mq..

Per la edificazione di uso non artigianale si rimanda all'art. 13 delle presenti norme.

## **ART. 15 - ZONA E – AGRICOLA O SILVO-PASTORALE**

Comprende le parti del territorio destinate ad usi agricoli, compresi gli edifici, le attrezzature e gli impianti connessi al settore agro-pastorale e alla valorizzazione dei loro prodotti. In questa zona sono consentite costruzioni di interesse agricolo e silvo-pastorale ed eventuali fabbricati di residenza per il personale che esplica l'attività nel settore. L'applicazione della Direttiva Regionale sulle zone agricole pubblicata nel BURAS n° 15 del 07/05/1994, stabilisce i criteri guida da seguire nell'uso del territorio agricolo comunale.

Le zone agricole sono suddivise in sotto zone, sulla base della specifica suscettività agronomica, con le limitazioni derivanti dalle caratteristiche geologiche, ed in particolare:

### **SOTTOZONA E2**

Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

L'area, classificata come zona E2, è caratterizzata da un'agricoltura a tratti intensiva e a tratti estensiva, mentre una piccola parte è soggetta ad un'urbanizzazione abbastanza contenuta.

I suoli sono caratterizzati da limitazioni all'uso agricolo modeste.

Gli usi prevalenti sono i seminativi e gli oliveti.

In quest'area, pertanto, è compatibile un'agricoltura a diverso grado di intensità.

Tale tipo di attività può essere mantenuta, intensificata ed incentivata in quanto è fortemente compatibile con le caratteristiche pedo-ambientali.

Attualmente la gestione non è sufficientemente florida, ma può essere razionalizzata sia sotto l'aspetto economico che in funzione del miglioramento del paesaggio.

### **SOTTOZONA E3**

La zona E3 comprende la parte adiacente le zone edificate, e si estende mediamente per una fascia di circa 40 – 50 metri oltre il perimetro abitato.

L'area è attualmente utilizzata in prevalenza, con colture da frutto e orticolo, oltre al pascolo arborato.

Questi usi sono pienamente compatibili con le caratteristiche agro-pedologiche e morfologiche; i suoli sono mediamente profondi, con una classe di capacità d'uso da medio ad intenso, con modeste limitazioni all'uso agricolo.

Queste limitazioni sono imputabili principalmente all'eccesso di scheletro e al drenaggio talvolta lento;

La suscettività del suolo, è generalmente alta per la frutticoltura e per le colture protette, media per le colture da pieno campo.

Sebbene per ciò che riguarda le potenzialità produttive dei suoli valgano le stesse considerazioni fatte per la sottozona E2, l'assegnazione delle superfici alla zona E3 è da ricondurre al maggior frazionamento degli appezzamenti.

Queste aree sono interessate, con usi agricoli spesso con basso grado di produttività.

I suoli sono caratterizzati da una classe di attitudine all'uso inferiore alle zone precedenti per l'assetto morfologico più sfavorevole alla loro conservazione.

### **SOTTOZONA E4**

Nelle aree classificate come zona E4, ricadono tutte le aree agricole caratterizzate da una elevata concentrazione di insediamenti agricoli; esse sono poste prevalentemente a ridosso del paese di Ovodda.

Si riscontrano in questa zona diverse realtà aziendali, che possono essere potenziate e valorizzate, anche in previsione di un utilizzo agrituristico.

### **SOTTOZONA E5**

Ricadono in questa zona, tutte le aree agricole, i cui suoli presentano scarse o nessuna attitudine all'uso agricolo, a causa di severe limitazioni derivate da fattori morfologici e orografici penalizzanti, quali pendenze elevate, zone di cresta, alvei fluviali incassati; sono inoltre presenti condizioni ambientali precarie, come il pericolo di erosione, e l'eccesso di rocciosità.

Il carattere di marginalità agricola di questi territori è dato, fondamentalmente, dal fatto che eventuali miglioramenti hanno un costo eccessivo e non compensato dai benefici ottenibili.

Potrà essere possibile l'inserimento programmato di attività agro-ambientali finalizzate allo sfruttamento della risorsa "ambiente"; aziende agri-turistiche, silvicoltura (con sistemi compatibili previa definizione della suscettività), apicoltura, allevamenti faunistici estensivi di ripopolamento, osservatori naturalistici con percorsi a piedi o a cavallo, sviluppo del turismo archeologico.

**SOTTOZONA E6:** biotopi meritevoli di un'adeguata tutela:

In questa classe sono state incluse quelle aree del territorio comunale di Ovodda che, già classificate nella carta delle classi agronomiche dei suoli come N, hanno interessanti caratteristiche in termini paesaggistico e naturalistico, e che necessitano di un'adeguata tutela, che non ne stravolga le peculiarità.

Tra le aree individuate come biotopi meritevoli di conservazione, nei termini precedentemente descritti, vengono comprese i rilievi ed i terreni fortemente accidentati, coperti da macchie di sclerofille termoxerofile o foreste mesofile di leccio di particolare pregio ambientale e di rilevante interesse scientifico, ricche di una fauna selvatica varia.

Tutta l'area cartografata, date le rilevati caratteristiche naturalistiche, necessita di una adeguata salvaguardia, ottenibile evitando sostanziali modifiche ambientali e limitando il più possibile gli interventi antropici.

Le autorizzazioni per la edificazione o la trasformazione urbanistica dei suoli ricadenti in questa zona, sono sottoposte alle norme sulla misurazione della compatibilità ambientale di cui al successivo articolo 25 delle presenti NdA.

### **15.1 - In tutte le zone E (escluse le zone E3 ed E6) sono ammesse le seguenti costruzioni:**

a) fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'itticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali;

b) fabbricati per agriturismo, così come meglio definiti nell'articolo 13 delle citate direttive;

c) fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva);

d) strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti, e per il recupero del disagio sociale.

Per l'edificazione di qualunque fabbricato sarà necessario dimostrare l'accesso al lotto interessato, mediante una strada di penetrazione di larghezza non inferiore a mt. 3,00, direttamente allacciata alla viabilità pubblica del territorio.

L'attività edificatoria in tutte le zone E è consentita solo se l'area di sedime risulti idonea oltre che dal punto di vista agronomico, anche sotto il profilo geologico, e pertanto solo se l'area è classificata non a rischio geologico.

Per le finalità di cui ai commi precedenti sono applicabili i seguenti limiti ed indici:

- 2- Indici massimi da applicare:

- 0.20 mc/mq. Per i fabbricati di cui alla lettera a) del precedente comma;

- 0.03 mc./mq. per le residenze;

- 0.01 mc./mq. per i fabbricati di cui alla lettera c) del precedente comma;

- fino a 0.10 mc./mq. per le strutture di cui alla lettera d) del precedente comma;

- 3- Ai fini edificatori la superficie minima del lotto è stabilita in linea generale pari ad Ha. 1.00, (10000 mq.), salvo per quanto riguarda gli impianti serricoli, impianti orticoli in pieno campo ed impianti vivaistici per i quali è stabilito in Ha. 0.50;

- 4 - Per le residenze, la superficie minima del lotto è stabilita in Ha. 1.00, ma può essere ammessa per gli aventi diritto (coltivatori e/o allevatori a titolo prevalente), una superficie non inferiore a 3000 mq. accorpati e la restante superficie in altre parti non distanti dalla precedente di oltre 200 metri in linea d'aria, e facenti parte del medesimo corpo aziendale. Negli appezzamenti aziendali di dimensione complessiva inferiore ad un ettaro, è consentita la realizzazione di case appoggio di non oltre 25 mq. di superficie coperta.

In tutte le zone Agricole devono essere rispettati i seguenti limiti e vincoli:

- Altezza massima degli edifici mt. 6,50;
- Distanze minime dai confini del lotto mt. 8,00;
- Distanze minime dai fabbricati; mt. 10,00;
- Distanza minima dalle strade vicinali e comunali mt. 10,00; dalle strade provinciali e statali mt. 20,00 .

Per le costruzioni esistenti sono ammesse la manutenzione ordinaria e straordinaria, il restauro, la ristrutturazione e l'ampliamento nei limiti stabiliti nel presente strumento urbanistico, nonché la demolizione e la ricostruzione in loco per inderogabili motivi di stabilità statica o di tutela della pubblica incolumità, documentata da apposita relazione di un tecnico abilitato; sono escluse dall'applicazione del presente comma le costruzioni soggette a vincolo monumentale ed artistico ai sensi delle vigenti leggi.

Il mutamento di destinazione d'uso di costruzioni esistenti non più funzionali alle esigenze del fondo è consentito purché nel rispetto delle prescrizioni dettate per gli altri fabbricati dal presente strumento urbanistico.

L'ampliamento del volume residenziale deve essere realizzato, nei limiti di cui al comma precedente, utilizzando l'eventuale parte rustica contigua all'edificio, sempre che non necessaria alla conduzione del fondo.

5) I nuovi fabbricati per allevamenti zootecno-intensivo debbono distare almeno 50 mt. dai confini di proprietà.

Detti fabbricati devono distare dal limite delle zone omogenee A, B, C, F, G rispettivamente:

500 metri se trattasi di allevamento di suini;

300 mt. per avicunicoli;

100 mt per bovini, ovicaprini ed equini,.

I fabbricati per gli insediamenti produttivi di tipo agro-industriale sono ubicati in aree a tale scopo destinate dagli strumenti urbanistici generali oppure nelle zone territoriali omogenee di tipo " D ", fatti salvi gli ampliamenti degli insediamenti preesistenti alla data di entrata in vigore della presente direttiva, di cooperative e di associazioni di produttori agricoli.

Il rapporto di copertura per gli insediamenti di tipo agro-industriale non può superare il 50 per cento dell'area di pertinenza. Le serre fisse, senza strutture murarie fuori terra, sono considerate a tutti gli effetti strutture di protezione delle colture agrarie con regime normato dall'art. 878 del C.C. per quanto attiene le distanze dai confini di proprietà.

Per gli edifici esistenti ubicati nelle zone di protezione delle strade di cui al decreto ministeriale 1 aprile 1968, n.1404, e in quelle di rispetto al nastro stradale e alle zone umide vincolate come inedificabili dagli strumenti urbanistici generali, sono consentite le seguenti opere:

- a) manutenzione ordinaria e straordinaria , restauro e ristrutturazione edilizia, come definiti dall'art. 31 della Legge 5 agosto 1978, n.457;
- b) dotazione di servizi igienici e copertura di scale esterne;
- c) ogni altro ampliamento necessario per adeguare l'immobile alla disciplina igienico-sanitaria vigente.

Gli interventi edilizi saranno autorizzati purché non comportino l'avanzamento dell'edificio esistente sul fronte stradale.

Nel caso di esproprio di un edificio per la realizzazione o l'ampliamento di strade e per la realizzazione di opere pubbliche in genere, e nei casi di demolizione è consentita la ricostruzione con il mantenimento delle destinazioni d'uso, nei limiti di cui al primo comma dell'art. 4 del D.PGR. 228/94, in area agricola adiacente anche inferiore alla superficie minima di cui all'art. 3 D.PGR. 228/94.

Ferme restando le prescrizioni di cui alla Legge 10 maggio 1976, n.319, e circolare di attuazione, e fino alla entrata in vigore di nuove norme statali o regionali in materia, le abitazioni in zona agricola, che non siano allacciate a fognature comunali, dovranno essere dotate, secondo la natura del sottosuolo, di adeguato sistema di smaltimento entro tre anni dall'entrata in vigore della seguente direttiva, eliminando lo scarico delle acque usate nei bacini a cielo aperto in campagna;

entro lo stesso tempo gli insediamenti agro-alimentari e gli allevamenti zootecnici intensivi dovranno essere dotati di sistemi di smaltimento o depurazione approvati dall'Amministrazione comunale.

Nelle zone classificate di bonifica devono altresì essere rispettate le eventuali prescrizioni del consorzio di bonifica.

Le nuove edificazioni e i mutamenti di destinazione d'uso, sono consentiti purchè nel rispetto delle tipologie tradizionali preesistenti e salvaguardando le caratteristiche costruttive che consentano la conservazione del patrimonio storico ambientale rurale e il rispetto delle tradizioni locali.

I fabbricati per allevamenti zootecno-intensivo dovranno avere un rapporto di copertura non superiore al 50%. (cinquanta per cento).

Per gli impianti di acquacoltura e itticoltura ed ai fabbricati di loro pertinenza, non si applicano le distanze di cui ai commi precedenti.

6) Ferme restando le prescrizioni di cui alla legge 10 maggio 1976 n. 319, e circolare di attuazione, le abitazioni in zona agricola, non allacciate a fognature pubbliche, dovranno essere dotate di adeguato sistema di smaltimento o di depurazione approvati dall'amministrazione comunale.

7) Agriturismo.

E' consentito nelle zone E, l'esercizio dell'agriturismo, quale attività collaterale o ausiliare a quella agricola e zootecnica.

Sono ammesse come limiti n° 3 posti letto ad ettaro di terreno dedicato all'agriturismo; per ogni posto letto va computata una cubatura di 50 mc..

Le volumetrie per le attività agrituristiche sono aggiuntive rispetto ai volumi massimi ammissibili per la residenza, nella medesima azienda agricola in cui si esercita l'attività agrituristiche.

La superficie minima del fondo deve essere di Ha. 3.00

Il proprietario è obbligato a vincolare al fondo le strutture edilizie, a non frazionare una superficie inferiore ad Ha 3, individuata nel progetto e a mantenere la destinazione agrituristiche dei posti letto.

Il progetto edilizio deve prevedere sia le residenze, sia le attrezzature e gli impianti, a meno che essi preesistano e siano adeguati alla produzione indicata nel progetto.

8) Punti di ristoro

Sono ammessi anche punti di ristoro indipendenti dall'azienda agricola, dotati di non più di 20 posti letto, con indice fondiario di 0.01 mc. Per mq., incrementabile con delibera del consiglio comunale fino ad un massimo di 0.10 mc. per mq.

Il lotto minimo vincolato per la realizzazione di nuovi punti di ristoro è di Ha. 3.00.

Quando il punto di ristoro è incluso in un fondo agricolo che comprende attrezzature e residenze, alla superficie minima di 3 Ha., va aggiunta quella relativa al fondo agricolo.

Per quanto non espressamente previsto si rimanda alla citata Normativa Regionale.

Per gli impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, costruibili dietro autorizzazione previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale, l'indice di fabbricabilità fondiario non potrà superare 1,00 mc/mq.

Le attività di ricerca idrica, quali pozzi, trivellazioni e simili, che dovranno essere eseguite in tutte le Zone E, saranno assoggettate ad autorizzazione preventiva da parte del responsabile del Servizio Tecnico Comunale, che rilascerà apposita autorizzazione ai sensi delle Leggi vigenti in materia.

### **15.2 - Per le zone E3 si applicano le seguenti norme:**

Sono consentite edificazioni ad uso residenziale, per coloro che siano in possesso della qualifica di imprenditore agricolo a titolo principale, a condizione che lo stesso sia proprietario di azienda adeguata ( non inferiore a Ha.1.00). Al fine di evitare il riutilizzo, a scopo edificatorio, della medesima superficie, ne dovrà essere dichiarato, nelle forme di legge, l'asservimento volumetrico, secondo quanto stabilito dalla circolare del D.A. 2266/83. E' altresì prevista la possibilità di utilizzare più corpi aziendali al fine di raggiungere la superficie minima indicata.

In questa zona sono previsti:

indice di fabbricabilità di 0.03 mc/mq.;

indice di copertura non superiore ad 1/10 della superficie del lotto;

superficie minima dell'intervento 10.000 mq.;

distanza dall'asse stradale 10 metri;

- Altezza massima degli edifici mt. 6,50;

- Distanze minime dai confini del lotto mt. 8,00;

- Distanze minime dai fabbricati; mt. 10,00;

Non sono ammesse costruzioni di tipo agrario o comunque dove sia prevista la presenza di animali.

### **15.3 - Per le zone E6 si applicano le seguenti norme:**

I progetti dovranno essere corredati da uno studio di compatibilità ambientale, ai sensi del successivo art. 25 delle presenti N.d.A..

Gli interventi, di cui al precedente punto ( 15.1) in tale zona sono consentiti, previa valutazione della già menzionata M.C.A., secondo le seguenti prescrizioni:

1) sono consentiti i seguenti indici di fabbricabilità massima :

- 0,05 mc/mq per i fabbricati di cui alla lettera a) del precedente comma 18.1;

- 0,01 per le residenze;

- 0,005 per i fabbricati di cui alla lettera c) del precedente comma 18.1;

- 0,05 per le strutture di cui alla lettera d) del precedente comma 18.1;

2) superficie minima del lotto: Ha 1.00;

3) distanza dall'asse stradale: mt. 10.00;

4) distanza dai confini: mt. 10.00;

5) distanza dai fabbricati: mt. 20.00;

6) indice di copertura : 1/50 della superficie dell'area;

7) altezza degli edifici: mt. 3,50.

**ART. 16 - PIANI DI BONIFICA, RIMBOSCHIMENTO E TRASFORMAZIONE.**

Nelle zone E2, E3, E5, E6, possono essere redatti piani di bonifica, di rimboschimento e di trasformazione fondiaria ai sensi delle leggi vigenti che regolano la materia; tali piani, nel rispetto delle norme generali relative alla zona, potranno adottare soluzioni e normative speciali purchè inquadrate in modo organico nel contesto della zona.

## **ART. 17 - ZONA F - INTERESSE TURISTICO.**

Comprende una parte del territorio di interesse turistico con insediamenti di tipo prevalentemente stagionali (ricade in questa zona l'area individuata in località Taloro), e nella parte confinante con il lago di Cucchinadorza nella zona case ex ENEL.

In questa zona la edificazione è consentita solo se inquadrata in piani di lottizzazione per subzone omogenee dimensionate dall'Amministrazione Comunale tramite uno studio particolareggiato che disciplini l'uso dell'intera zona.

I piani di lottizzazione devono definire le aree per i lotti edificabili (superficie fondiaria), quelle per la viabilità, per il parcheggio e la sosta, per attrezzature di interesse comune, per verde attrezzato a parco, gioco e sport.

Il 10% della volumetria complessiva sarà destinato a strutture pubbliche.

Per le sole strutture ricettive, punti di ristoro e simili, è consentita, in tutte le Zone "F" di interesse turistico, la edificazione con l'indice fondiario massimo ammissibile di 0,50 mc./mq. (zero virgola cinquanta metri cubi per metro quadrato).

Nell'ambito dei piani di lottizzazione dovrà comunque essere rispettato l'indice territoriale massimo previsto che è pari a 0,2 mc/mq. (zero virgola due).

Con lo stesso indice fondiario massimo di 0,50 mc./mq. è consentito l'ampliamento di strutture esistenti dello stesso tipo.

Per gli insediamenti residenziali (qualora consentiti dagli strumenti attuativi) non si potrà superare l'indice fondiario di 0,30 mc/mq.

La ripartizione della superficie della zona deve essere così effettuata:

-Superficie fondiaria	40%
-Aree per attrezzature d'interesse comune	14%
-Aree per il verde attrezzato pubblico	18%
-Aree per parcheggi pubblici	3%
-Aree per verde attrezzato privato	12%
-Aree per parcheggi privati	1%
-Aree per viabilità	12%

Le altezze massime degli edifici saranno fissate dai piani particolareggiati con un massimo comunque di mt. 4,50 per le residenze e di mt. 6,50 per i servizi di interesse comune anche di proprietà privata. La distanza minima assoluta tra pareti finestrate deve essere di almeno mt. 12,00.

La distanza dei fabbricati dall'asse stradale non può essere minore di mt. 8,00, mentre la distanza dai confini per la tipologia isolata deve essere di almeno ml. 6,00.

Sono consentite solo tipologie isolate o a schiera, non è consentita l'utilizzazione di isolato con schema chiuso. Il rapporto di copertura tra l'area coperta dell'edificio e l'area del lotto deve essere minore o uguale a 1/4.

La dimensione minima del lotto edificabile è fissato in mq. 400 per le case a schiera e mq. 1000 per quelle isolate. All'interno del lotto non sono consentite costruzioni accessorie se non facenti parte dell'impianto edilizio principale e con esso risolte architettonicamente.

Ogni edificio deve essere dotato di una superficie per la sosta privata, all'interno o all'esterno del lotto pari a mq. 1,00 per ogni 10 mc. di costruzione.

Tutte le recinzioni devono essere a giorno; è fatto obbligo della sistemazione a verde di tutti gli spazi, di pertinenza degli edifici, non utilizzati.

L'indice di fabbricabilità territoriale massimo consentito è di 0,20 mc/mq.

## **ART. 18 - ZONE H - TUTELA AMBIENTALE.**

Comprende le parti del territorio che rivestono un particolare pregio paesistico e sono di particolare interesse per la collettività.

In particolare le zone H sono state suddivise in diverse sottozone a seconda della diversità dei vincoli :

- Zona H1 di rispetto cimiteriale, intorno all'area G del cimitero, dove è vietata la edificazione di fabbricati a qualsiasi uso adibiti, tranne quelli a carattere funerario. Tale fascia di rispetto (50metri) è stata approvata dall'autorità sanitaria competente ai sensi dell'art. 338 R.D. 1265/34.

Gli spazi liberi devono essere considerati vincolati a verde permanente.

- Zona H2 di rispetto igienico intorno agli impianti di depurazione. In questa zona è vietata qualunque tipo di edificazione esclusi quelli inerenti ai processi di depurazione dei liquami fognari.

- Zona H3 di rispetto fluviale e lacustre, nell'ambito urbano, come evidenziata in planimetria di zonizzazione ( Tav. N.2), in quello extra urbano con una fascia di rispetto come evidenziata nella planimetria territoriale ( Tav. N. 1).

- Zona H4 di rispetto per depositi idrici o sorgenti d'acqua.

- Zona H5 di vincolo archeologico. E' la zona di rispetto attorno ai nuraghi o ad altre strutture di importanza archeologica o storico - artistica esistenti in tutto il territorio, nelle quali è assolutamente vietato qualunque tipo di costruzione, anche a carattere temporaneo, e qualsiasi modificazione del terreno circostante.

- Zona H6 di tutela paesistica, ambientale, monumentale, e archeologica dove è vietata qualunque tipo di edificazione, ad eccezione delle opere necessarie per la sistemazione decorosa dell'ambiente, le opere interrato purché preventivamente autorizzate dagli organi competenti, sentito il Consiglio Comunale e la Commissione Edilizia su conforme parere.

- Zona H7 di rispetto stradale dove è vietata la edificazione di qualsiasi fabbricato con eccezione degli impianti per la distribuzione del carburante.

In questa zona è assolutamente vietata qualsiasi tipo di edificazione.

- Zona H8 di rispetto idrogeologico e geologico.

- Zona H9 di rispetto per particolare interesse geologico.

- Nelle zone H8 sono vietate tutte le trasformazioni di tipo edilizio, di tipo urbanistico, e qualsiasi iniziativa che turbi in qualche modo l'equilibrio delle aree interessate; sono consentite, previo studio di impatto ambientale, gli interventi mirati al miglioramento delle condizioni di stabilità dei terreni, nel rispetto delle prescrizioni generali e particolari impartite dagli organi competenti (Ufficio Tutela, Uffici del Genio Civile etc.)

- In tutte le zone H è vietato costruire edifici o altre strutture simili ad esclusione della viabilità di supporto anche a fini di tutela dei boschi, o viabilità di interesse generale.

## **ART. 19 - ZONE S - SERVIZI PUBBLICI - VERDE - PARCHEGGI.**

Le zone S si compongono sia di aree destinate all'edilizia economico popolare – edilizia residenziale pubblica – edilizia convenzionata ed agevolata (come da precedente destinazione urbanistica) che di altre, ubicate in parte all'interno delle Zone A e B ed in parte esternamente ad esse, da destinare a servizi pubblici.

Le prime sono soggette alle seguenti norme:

DESTINAZIONE D'USO: RESIDENZA E SERVIZI;

STRUMENTO DI ATTUAZIONE: Piano attuativo;

SERVIZI: minimo 12 mq. ad abitante insediabile per attrezzature destinate alle attività collettive, a verde pubblico, parcheggi al netto delle superfici relative alle sedi viarie.

INDICE DI FABBRICABILITA' TERRITORIALE: 1,00 mc./mq.

ALTEZZA MASSIMA: mt. 10;

NUMERO DEI PIANI FURI TERRA: massimo n.3;

DISTANZA TRA GLI EDIFICI: mt. 10;

DISTANZA MINIMO DAI CONFINI: mt. 5;

ABBINAMENTO DI PROPRIETA': è ammesso l'abbinamento di due o più proprietà;

DISTANZA MINIMO DAL CIGLIO STRADALE: mt. 5;

Le seconde sono state suddivise in sottozone:

- S1 - comprendente i servizi per l'istruzione primaria;
- S2 - comprendente tutte le attrezzature di interesse comune, come le attrezzature religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie, amministrative e altre;
- S3 - comprendente tutte le zone destinate a verde pubblico attrezzato per il gioco e la sosta, le piazze, i parchi e il verde destinato allo sport.
- S4 - comprendente le zone destinate al parcheggio pubblico.
- G: Zona di servizi privati di interesse collettivo; è quella parte del territorio destinato alla creazione di attrezzature di tipo generale quali: ristoranti, pizzerie, discoteca, alberghi centro servizi, od altro, che non possono trovare razionale ubicazione all'interno delle altre zone omogenee per problemi di spazio e di accessi, e che svolgono funzioni di servizi pubblici.

Nelle zone S sono consentite invece costruzioni di interesse pubblico e collettivo, e precisamente:

- nelle zone S1 edifici pubblici destinati all'istruzione primaria, come scuole materne, elementari e medie e tutti i fabbricati ad essi attinenti ivi comprese le abitazioni per custodi o eventualmente per gli insegnanti;
- nelle zone S2 tutti gli edifici di interesse pubblico, ivi compresi gli edifici per spettacoli, per il credito e per la assistenza agli anziani anche se di proprietà privata;
- nelle zone S3 gli edifici e gli impianti di carattere sportivo, ricreativo e culturale.

Tutte le zone "S" sono regolate dalle norme seguenti :

- ogni intervento deve prevedere la sistemazione planovolumetrica complessiva della zona interessata, e la utilizzazione delle superfici in modo da destinare il 50% dell'area complessiva ad uso pubblico per viabilità, sosta e verde;

- l'indice di fabbricabilità fondiario non dovrà essere superiore a 2,00 mc/mq ed il rapporto di copertura tra area coperta ed area del lotto non dovrà essere superiore al 30%;

- gli edifici possono svilupparsi secondo altezze libere comprese tra un minimo di mt. 3,00 ed un massimo di metri 10,00 e purché compatibili con i distacchi stabilite dalle norme operanti nella zona;

- i volumi edilizi devono in ogni caso essere risolti architettonicamente con lo studio di tutti i prospetti. Sono consentite pensiline o porticati al piano terreno per uso pedonale, purché di altezza non superiore a mt. 3,00;

- i distacchi tra i fabbricati prospicienti non devono essere inferiori all'altezza del fabbricato più alto e comunque non inferiori ai mt. 8,00;

- i distacchi dei fabbricati dall'asse stradale non devono essere inferiori alla metà dell'altezza dell'edificio e comunque non inferiori a mt. 5,00.

- eventuali norme in deroga alle presenti disposizioni possono essere autorizzate dal sindaco, previo parere conforme della commissione edilizia comunale, e deliberazione favorevole del Consiglio Comunale.

#### **ART. 20- VIABILITA' NEL TERRITORIO.**

Per la viabilità principale si propongono sezioni stradali minime, comprese carreggiate e banchine laterali di mt. 7.00

Per la viabilità secondaria e di penetrazione si propongono sezioni stradali minime di mt. 4.50.

#### **ART. 21 - VIABILITA' DEGLI INSEDIAMENTI.**

Per i nuovi insediamenti nelle zone residenziali C si propongono sezioni stradali, comprendenti piano carrabile e marciapiedi, di ml. 7,00 per la viabilità principale e di ml. 5,00 per la viabilità secondaria; per le stradine di penetrazione e gli accessi ai lotti (viabilità pedonale) la sezione stradale minima può scendere a ml. 4,00.

#### **ART. 22 - NORME PER LA VALUTAZIONE della (M.C.A.) MISURAZIONE DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE.**

Premesso che agli effetti di cui all'articolo 19 comma i) della L.R. 45/89, lo studio di compatibilità paesistico-ambientale costituisce il requisito basilare di legittimità e di conseguente fattibilità tecnica dei vari progetti, piani e programmi suscettibili di esercitare un rilevante impatto sul paesaggio e sull'ambiente, e fino a quando la Regione Autonoma della Sardegna non avrà provveduto ad emanare le direttive previste all'articolo 5 della citata L.R. 45/89, le valutazioni della compatibilità ambientale dei progetti di trasformazione urbanistica e territoriale (diversi dai piani di attuazione del P.U.C.) avverrà con le seguenti procedure:

1) Presa d'atto della GM che delibera:

a) l'ammissibilità del progetto e l'eventuale compatibilità straordinaria con il presente PUC, (anche in mancanza di P.P.A. o in deroga ad esso),

b) la necessità della M.C.A. e quindi l'inizio della procedura e definisce i campi specialistici delle eventuali consulenze da acquisire;

2) istruzione da parte dell'U.T.C., che raccoglie i pareri degli Uffici competenti e degli eventuali esperti nominati, acquisisce la documentazione integrativa occorrente e compie le visite sopralluogo e le misurazioni di controllo;

3) pubblicazione del progetto e istruttoria con avviso all'Albo del Comune e nei luoghi principali di pubblica frequentazione (30 giorni);

4) raccolta delle osservazioni dei cittadini, degli Enti, e delle Associazioni (30 giorni);

5) deduzioni in merito alle osservazioni da parte dei presentatori del progetto di trasformazione (30 giorni);

6) proposte conclusive da parte dell'UTC o del consulente esterno a ciò designato dalla GM;

7) esame da parte del Consiglio Comunale del progetto, dell'istruttoria, delle osservazioni, delle deduzioni, delle proposte conclusive con relativa delibera di approvazione, approvazione condizionata, o non approvazione del progetto di trasformazione.

Il progetto non approvato, o per il quale non siano accettate le condizioni imposte, può essere ripresentato solo quando ne siano trascorsi tre anni dall'ultimo esame.

Le norme da seguire nel giudizio di merito derivano dalla conoscenza scientifica approfondita dei fenomeni e comportamenti interessati caso per caso, con l'obiettivo di garantire sicurezza e condizioni di vita ottimali alla popolazione, nel suo insieme e per ogni individuo.

Il progettista pertanto formerà le liste di indagine, secondo le attività progettuali e le componenti ambientali, formerà la matrice per categorie delle attività e delle componenti per ogni posizione di incrocio fornirà gli elementi di metodo, presupposti scientifici, valori dei parametri, soglie ammissibili ecc. della sua valutazione; renderà conto delle semplificazioni adottate e

richiamerà infine sinteticamente le singole valutazioni di incrocio nella matrice per una valutazione complessiva, evidenziando le posizioni di rischio.

Gli elementi da considerare nella stesura dello studio dovranno tenere conto dei seguenti fattori:

- atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- ambiente idrico: acque sotterranee, e acque superficiali, considerate come componenti, come ambienti e come risorse;
- suolo e sottosuolo: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologia e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, inteso anche come risorsa non rinnovabile;
- vegetazione: flora e fauna: formazioni vegetali e associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali;
- ecosistemi: complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti e interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume..) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale;
- salute pubblica: come individui e comunità;
- rumore e vibrazioni: considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: considerati in rapporto all'ambiente sia naturale sia umano;
- paesaggio: aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali.

## **22.1 DEFINIZIONI**

Nella fase suddetta si considerano progetti di trasformazione urbanistica e territoriale da assoggettare a MCA i seguenti tipi di intervento di rilevante trasformazione del territorio:

- 1) - le infrastrutture della mobilità, e cioè strade, ferrovie e connessi;
- 2) - le opere idrauliche.
- 3) - le opere tecnologiche: elettrodotti, gasdotti, acquedotti, depuratori, serbatoi, impianti di risalita, teleferiche, antenne, ripetitori e simili;
- 4) - le attività estrattive ed opere connesse;
- 5) - le discariche per rifiuti solidi e fanghi;
- 6) - le opere di trasformazione e bonifica agraria, inclusi i manufatti relativi alle residenze.

La localizzazione, progettazione ed esecuzione di tali interventi deve osservare modalità atte ad assicurare il rispetto delle preesistenze ed i valori ambientali messi in evidenza negli elaborati del PUC, secondo le indicazioni di cui ai punti seguenti.

## **22.2 Analisi e contenuti progettuali**

I progetti di massima degli interventi di cui ai precedenti commi devono essere muniti, in allegato, di analisi preliminari a contenuto paesistico-ambientale dei luoghi interessati, espresse in riferimento ai contenuti del presente PUC e devono comprendere proposte alternative per la comparazione delle entità degli effetti di impatto sul paesaggio.

In sede di progettazione esecutiva, comprendente l'insieme delle opere previste, incluse quelle relative ad impianti e infrastrutture provvisorie di cantieri, gli accessi e le eventuali discariche dei materiali rimossi, gli elaborati progettuali devono verificare l'attuazione delle modalità stabilite con l'atto di approvazione del progetto preliminare ai fini della tutela paesistico-ambientale secondo le indicazioni specifiche degli articoli seguenti.

## **22.3 Opere di viabilità stradale, e per le vie di comunicazione**

La progettazione delle opere di cui al presente articolo deve rispondere oltre che ai requisiti tecnici specifici anche alle norme sulla tutela attiva del paesaggio:

- massima aderenza ai profili naturali del terreno, conseguibile mediante adattamento dei tracciati alle giaciture dei siti ed il trattamento superficiale con manti erbacei e cespugliati, privilegiando le essenze locali;

- contenimento della dimensione dei rilevati e scarpate, conseguibile mediante ridotte dimensioni delle sezioni trasversali di scavi, riporti ed opere di elevazione e ricorrendo ad appropriate tecniche di rimodellamento del terreno o sdoppiamento della carreggiata;
- adozione di soluzioni progettuali e tecnologiche tali da non frammentare la percezione unitaria del paesaggio, conseguibile mediante il rispetto delle unità ambientali anche nel caso di strutture ed impianti, che in ogni caso devono presentare una contenuta incidenza visiva;
- ricostruzione di elementi naturalistici ed ambientali integrati alle visuali paesaggistiche mediante attento allestimento delle aree di servizio, stazioni, parcheggi, snodi, svincoli e manufatti in genere.

#### **22.4 Opere idrauliche**

La progettazione di nuove opere idrauliche, nonché l'adeguamento o la trasformazione delle opere esistenti deve corrispondere ai seguenti requisiti, volti alla conservazione e tutela attiva del paesaggio:

- mantenimento dei profili naturali delle rive, degli alvei e del microambiente rivierasco, conseguibile mediante conservazione e tutela attiva degli elementi specifici del sito di tipo naturale e di tipo antropico;
  - contenimento delle opere idrauliche volte al rivestimento cementizio delle sponde dei fiumi, alla difesa riparia, alla regimazione dei corsi d'acqua, limitandole a situazioni di massima pericolosità non risolvibili con altre provvidenze, e privilegiando invece l'uso di sbarramenti locali e di argini in terra piantumati;
  - ricostruzione delle continuità floristiche riparie anche con nuove piantumazioni di essenze locali;
  - contenimento delle nuove opere di derivazione e captazione, limitandone l'incidenza paesistica;
  - adozione di interventi volti a ricomporre la continuità e a ricostruire i caratteri di naturalità degli argini;
- Nella realizzazione di opere fluviali per proteggere la natura dei siti, è opportuno:
- limitare i nuovi accessi carrabili ai corsi d'acqua, ad esclusione delle zone urbanizzate;
  - evitare l'impiego di strutture di contenimento artificiali prive degli elementi naturali che assicurino un corretto inserimento nel paesaggio visivo circostante;
  - evitare opere di difesa fluviale con canalizzazioni artificiali.

#### **22.5 Opere tecnologiche**

La progettazione di impianti a rete e puntuali per l'approvvigionamento idrico, nonché quelli a rete per lo smaltimento dei reflui depurati, i sistemi tecnologici per le comunicazioni, il trasporto dell'energia, delle materie prime e dei semilavorati, deve porre particolare attenzione ai rischi connessi ad eventuali disfunzioni degli impianti con conseguenti pericoli di inquinamento dei suoli interessati, e all'incidenza dei tracciati sul paesaggio.

Conseguentemente i tracciati delle opere tecnologiche a rete devono essere definiti mediante un apposito elaborato progettuale che interpreti lo stato dei suoli, le condizioni lito-strutturali-geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche, vegetazionali e faunistiche.

Il progetto ed il relativo finanziamento devono prevedere le modalità ed i tempi per il completo ripristino della situazione preesistente.

#### **22.6 Attività estrattive**

Le opere di attivazione, trasformazione e adeguamento degli impianti volti ad attività estrattive dovranno essere sottoposti a pianificazione di settore ai sensi degli articoli 6 e seguenti della Legge Regionale 7 giugno 1989 n° 30, salvaguardando le compatibilità paesistico-ambientali, con il contesto territoriale mediante la massima tutela delle acque superficiali e sotterranee attraverso il controllo delle escavazioni delle cave in atto, il recupero delle attuali cavi in falda idrica, il divieto di apertura di nuove aree di escavazione in zone di protezione idrogeologica di sorgenti, di pozzi e opere di captazione in genere adibiti ad usi idropotabili.

I progetti di attuazione del piano di settore devono:

- prevedere il recupero ambientale ed il riuso delle cave abbandonate individuando opportuni criteri di coltivazione, come l'apertura di fronti di scavo in posizione nascosta alla vista prevalente e l'adozione di progetti finali idonei al recupero;

- evidenziare gli usi attuali del suolo, i ripristini agro forestali, tipo e quantità di materiali estratti e le alternative tecnologiche di coltivazione, l'importanza economica ed occupazionale dell'attività estrattiva, l'analisi degli effetti sull'ambiente ed i tempi del ripristino progressivo dell'area;

- comprendere un programma di produzione e la convenzione che regola l'attività di coltivazione e di recupero ambientale.

In attesa dell'approvazione del piano di settore non sono consentite nuove attività nelle aree di risorsa territoriale indicate come E4 nello stralcio 1992 del "piano regionale delle attività estrattive di cava".

Le disposizioni del presente articolo costituiscono specificazione delle direttive per l'esercizio delle funzioni regionali previste dalle leggi vigenti in materia di attività estrattiva.

### **22.7 Discariche dei rifiuti solidi**

Le discariche dei rifiuti solidi sono distinte in:

- piccole discariche, che non danno luogo a sensibili alterazioni del luogo e si sviluppano su un'area di superficie non superiore a 10000 mq.;

- grandi discariche, di dimensioni più estese che coinvolgono un ambiente più grande.

Entrambi i tipi di discarica sono autorizzati sulla base di un progetto organico.

Tale progetto deve salvaguardare le compatibilità paesistico-ambientali con il contesto territoriale in cui si colloca, secondo le classificazioni e le destinazioni d'uso stabiliti nel PUC.

A tale scopo si valuta:

- l'idoneità idrogeologica e la morfologia dei siti anche negli aspetti vegetazionali e faunistici;

- le trasformazioni sull'ambiente portate dall'impianto, dalla viabilità di accesso durante il suo funzionamento e delle eventuali cave di prestito;

- la sicurezza dell'impianto;

- le sistemazioni provvisorie e definitive del sito in vista di un suo necessario e progressivo recupero;

- i tempi di esercizio e modalità di gestione.

### **22.8 Trasformazione e bonifica agraria**

Tutte le opere di grande trasformazione superficiale, (inclusi i manufatti relativi alle residenze) e di bonifica dei suoli agrari, che danno luogo a rilevanti modifiche dei paesaggi devono essere verificate nei loro aspetti di compatibilità paesistico-ambientale.

L'assetto proposto deve essere confrontato con un rilievo puntuale (grafico e fotografico) dello stato di fatto per quanto attiene agli elementi componenti il paesaggio e deve assicurare il mantenimento ed il ripristino di adeguati elementi orografici vegetazionali, atti a costituire corridoi ecologici, come vegetazione riparia, poderale e stradale, macchie boschive, ecc.

Gli interventi edilizi agrari sono ammessi solo se strettamente connessi alle trasformazioni di cui ai commi precedenti e sono regolamentati dalle prescrizioni del progetto di trasformazione e bonifica agraria, compatibile con la presente normativa dei PUC.

### **ART. 23 – Norme transitorie e Allegati Alle NORME DI ATTUAZIONE.**

Nelle fasi di approvazione del presente Piano Urbanistico Comunale, si applicano le norme di salvaguardia previste dalla legislazione vigente.

Alle presenti Norme di Attuazione risultano allegate numero due tabelle esplicative che ne fanno parte integrante, in particolare:

1) una tabella con il riepilogo delle prescrizioni edilizie per le singole zone;

2) una tabella con la dimostrazione della verifica degli standards urbanistici previsti dal DRAEL 2266/U del 1983.

<b>PARTE I - GENERALITA'</b>	<b>1</b>
<b>ART. 1 - VALIDITA' DELLE NORME DI ATTUAZIONE</b>	<b>1</b>
<b>ART. 2 - EDIFICAZIONE NELLE ZONE RESIDENZIALI</b>	<b>1</b>
<b>ART. 3 - CONTENUTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE</b>	<b>1</b>
<b>ART. 4 - CARTOGRAFIA DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE</b>	<b>1</b>
<b>PARTE II - ZONIZZAZIONE.</b>	<b>9</b>
<b>ART. 5 - AZZONAMENTO DEL TERRITORIO.</b>	<b>9</b>
<b>ART. 6 - ZONA A CENTRO STORICO</b>	<b>17</b>
<b>ART. 7 - ZONA B1 - COMPLETAMENTO INTERNO. (IF= 2.50 MC/MQ).</b>	<b>24</b>
<b>ART. 8 - ZONA B2 - COMPLETAMENTO ESTERNO. (IF=2.16 MC/MQ)</b>	<b>33</b>
<b>ART. 9 - ZONA B3 - COMPLETAMENTO ESTERNO. (IF=1.87 MC/MQ)</b>	<b>40</b>
<b>ART. 10 - ZONA C1 - ESPANSIONE RESIDENZIALE</b>	<b>47</b>
<b>ART. 11 - ZONA D1 - ARTIGIANALE (Lottizzazione già approvata).</b>	<b>60</b>
<b>ART. 12 - ZONA D2 - ARTIGIANALE (P.I.P.) Piano per gli Insediamenti Produttivi</b>	<b>68</b>
<b>ART. 13 - ZONA D3 - ARTIGIANALE AGROALIMENTARE (Lottizzazione già approvata).</b>	<b>73</b>
<b>ART. 14 - ZONA D4 - ARTIGIANALE (Attività esistente).</b>	<b>77</b>
<b>ART. 15 - ZONA E – AGRICOLA O SILVO-PASTORALE</b>	<b>82</b>
<b>ART. 17 - ZONA F - INTERESSE TURISTICO.</b>	<b>119</b>
<b>ART. 18 - ZONE H - TUTELA AMBIENTALE.</b>	<b>127</b>
<b>ART. 19 - ZONE S - SERVIZI PUBBLICI - VERDE - PARCHEGGI.</b>	<b>133</b>
<b>ART. 20- VIABILITA' NEL TERRITORIO.</b>	<b>142</b>
<b>ART. 21 - VIABILITA' DEGLI INSEDIAMENTI.</b>	<b>143</b>
<b>ART. 22 - NORME PER LA VALUTAZIONE della (M.C.A.) MISURAZIONE DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE.</b>	<b>144</b>
<b>22.1 DEFINIZIONI</b>	<b>152</b>
<b>22.2 Analisi e contenuti progettuali</b>	<b>154</b>

<i>22.3 Opere di viabilità stradale, e per le vie di comunicazione</i>	<i>156</i>
<i>22.4 Opere idrauliche</i>	<i>159</i>
<i>22.5 Opere tecnologiche</i>	<i>162</i>
<i>22.6 Attività estrattive</i>	<i>164</i>
<i>22.7 Discariche dei rifiuti solidi</i>	<i>168</i>
<i>22.8 Trasformazione e bonifica agraria</i>	<i>171</i>
<i>ART. 23 – Norme transitorie e Allegati Alle NORME DI ATTUAZIONE.</i>	<i>173</i>